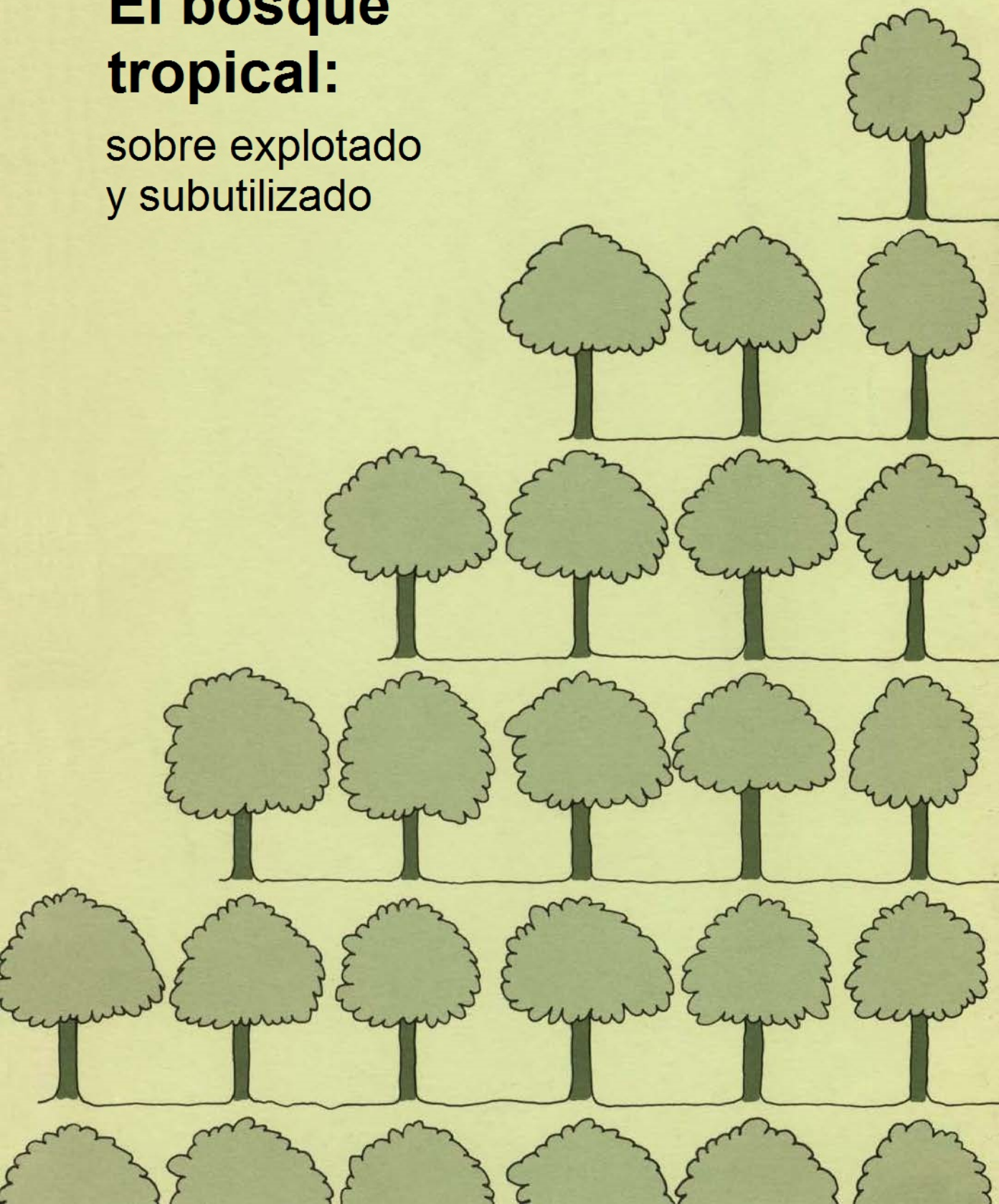


El bosque tropical:

sobre explotado
y subutilizado



El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo es una corporación pública creada en 1970 por el Parlamento de Canadá con el objeto de apoyar la investigación destinada a adaptar la ciencia y la tecnología a las necesidades de los países en desarrollo. Su actividad se concentra en cinco sectores: ciencias agrícolas, alimentos y nutrición; ciencias de la salud; ciencias de la información; comunicaciones; y ciencias sociales y recursos humanos. El Centro es financiado exclusivamente por el Gobierno de Canadá; sin embargo, sus políticas son trazadas por un Consejo de Gobernadores de carácter internacional. La sede del Centro está en Ottawa, Canadá, y sus oficinas regionales en América Latina, África, Asia y el Medio Oriente.

© 1979 International Development Research Centre
Dirección postal: Box 8500, Ottawa, Canada K1G 3H9
Sede: 60 Queen Street, Ottawa.

Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, CIID
Oficina Regional para América Latina y el Caribe
Apartado Aéreo 53016, Bogotá, Colombia

Bene, J. G.
Beall, H. W.
Coté, A.

CIID

IDRC - 084s

Bosque tropical: sobre explotado y subutilizado. Bogotá, CIID, 1979.
52 p.: il.

/Publicación CIID/. Monografía sobre /desarrollo forestal/ en /zona tropical/, implicaciones ecológicas (/ecología/) y necesidad de mejorar el /manejo forestal/ y la plena /utilización de la tierra/ - discute el /ecosistema/ forestal, el /sistema de cultivo/ /cultivo de campo/ combinado para la producción de árboles y alimentos, /reforestación/, /explotabilidad/ de los /recursos forestales/ y /producción forestal/; necesidades y prioridades de /investigación forestal/ e integración de las ciencias forestales, agrícolas y de zootecnia (agri/silvicultura/); /bibliografía/.

CDU: 634.0.2 (213)

ISBN: 0-88936 - 209-2

Se dispone de edición en microficha.

“El bosque es un ser especial de ilimitada amabilidad y benevolencia que no hace demanda alguna para sí mismo y proporciona generosamente los productos de su actividad vital; él da protección a todos los seres y ofrece sombra aun al leñador que lo destruye”.

Gautama Buddha



Bajo relieve del antiguo Egipto donde se muestra que el pastoreo incontrolado del ganado es un problema de vieja data (Foto FAO).

IDRC-084s

El bosque tropical sobreexplotado y subutilizado

J.G. Bene, HW. Beall, A. Côté.

Título en inglés: *Trees, Food and People: Land management in the tropics*

Traducción: Ingeniero forestal Arturo Delgado Flórez, Consultor de CONIF,
Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, de Colombia.

Contenido

PRESENTACION 7

EL BOSQUE TROPICAL - SOBREEXPLOTADO Y SUBUTILIZADO 9

Extensión y Diversidad del Bosque Tropical 11

El Bosque Tropical y el Medio Ambiente 11

SISTEMAS DE PRODUCCION DE ARBOLES 14

Bosque Natural 14

Bosques Artificiales 15

Sistemas Combinados de Producción 15

Recuperación de los Suelos Forestales Degradados 17

UTILIZACION DEL RECURSO FORESTAL 19

La Amplia Tarea del Forestal 21

Uso Actual y Potencial 22

OBSTACULOS PARA EL DESARROLLO DEL RECURSO 31

Consideraciones Socioeconómicas 31

Inventarios Forestales y Clasificación de la Tierra 33

Efectos Ecológicos del Manejo Forestal 34

Estado Actual del Desarrollo Institucional y su Acción 35

NECESIDADES DE INVESTIGACION Y PRIORIDADES 38

El Bosque Natural 39

El Bosque Artificial 41

Agrosilvicultura 41

Beneficios Sociales y Económicos de la Investigación 45

Propuestas Generales sobre Agrosilvicultura 48

CONCLUSIONES 49

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 50

Presentación

El enorme y variado potencial de los bosques tropicales contrasta con su escasa contribución al bienestar del hombre. Esta situación exige hacer un mejor uso de los servicios y recursos de estos bosques y prevenir su destrucción y mala utilización. La investigación sobre el bosque tropical apenas ha sido iniciada, pero no ha habido todavía acuerdo sobre los objetivos prioritarios. A escala mundial los recursos están descoordinados y todavía se tienen grandes vacíos y serias duplicaciones. El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, CIID, estableció en julio de 1975 un proyecto con el propósito de identificar las prioridades de investigación en los bosques tropicales. Este proyecto tuvo los siguientes objetivos:

1. identificar vacíos significativos, a escala mundial, en investigación y capacitación forestal;
2. determinar las relaciones entre la silvicultura y las actividades agrícolas y pecuarias en los países en desarrollo y proponer investigaciones tendientes a optimizar el uso de la tierra;
3. Formular programas de investigación sobre silvicultura orientados a la obtención de resultados de gran impacto en el campo económico y social de los países en desarrollo;
4. recomendar las estructuras institucionales adecuadas para llevar a cabo dichos programas en forma eficiente y rápida; y
5. preparar un plan de acción para ser sometido a consideración de donantes internacionales.

El CIID encomendó al doctor John Bene la elaboración de este estudio, el cual suponía un sondeo mundial de la opinión de especialistas sobre las prioridades y las estrategias recomendables para llevar a cabo las investigaciones previstas. A su vez el doctor Bene solicitó la colaboración de cinco consultores que trabajaron a nivel de diferentes zonas del mundo.

El consultor para América Latina fue el doctor Armando Samper, presidente de la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, CONIF, quien a su vez estuvo asesorado por los ingenieros forestales Robert Peck, Arturo Delgado y Jaime Ortiz. Para la elaboración del informe sobre prio-

ridades de investigación para la América Latina fueron consultados 21 especialistas de 12 países latinoamericanos cuyas apreciaciones sobre el tema fueron consignadas en el informe presentado por el doctor Samper.

En su informe final al CIID, el doctor Bene considera la necesidad de afrontar el desarrollo de los bosques del trópico dentro de la filosofía de uso múltiple de los recursos forestales y del suelo. Esto supone la aplicación de sistemas combinados de utilización agrícola, pecuaria y forestal para lo cual se requiere de la estrecha cooperación de agrónomos forestales, zoólogos, sociólogos, ecólogos y representantes de otras disciplinas. Para apoyar y estimular la realización de investigaciones tendientes a lograr este desarrollo, el doctor Bene ha recomendado el establecimiento de una unidad internacional de apoyo a la investigación forestal, encargada de recopilar la información existente sobre estos tópicos, estudiar, orientar e impulsar programas de investigación que se lleven a cabo por parte de los países tropicales en desarrollo, y coordinar con este propósito y a través de esta unidad las donaciones que entidades o personas de los países desarrollados puedan aportar para la realización de este programa. En reuniones sostenidas en Amsterdam, el CIID dió pleno apoyo a estas recomendaciones y ha estructurado una junta directiva de siete miembros los cuales deberán seleccionar el país sede del programa en sus reuniones iniciales.

CONIF, entidad establecida por el Estado y las empresas madereras para el impulso de la investigación y la reforestación en las zonas tropicales sometidas a aprovechamiento forestal, ha considerado de gran importancia para las personas vinculadas al recurso en Colombia y en otros países la divulgación de este nuevo enfoque acerca del desarrollo de nuestros bosques tropicales. Previa autorización del CIID, CONIF auspició la traducción y edición de los principales capítulos de este informe por considerarlo de interés especial para los profesionales y demás personas vinculadas al sector. Como tal, esta selección apareció primero en la Serie Técnica de CONIF, No. 5, a comienzos de 1978.

En su informe el autor manifiesta sus agradecimientos al comité asesor constituido por los doctores A. Lafond, L.G. Lessard, J.C. Nautiyal, D.R. Redman, los señores R.W. Roberts, J. Spears; y el Dr. H.A. Steppler, así como también a los consultores D.J. Ovington, en Australia; el doctor F.S. Pollisco, en Filipinas, el profesor L. Roche en Gales, y en general a todas las personas consultadas que contribuyeron con su aporte a la estructuración del informe.

Henrique Tono T.
Director Regional para América Latina
Centro Internacional de Investigaciones
para el Desarrollo, CIID.

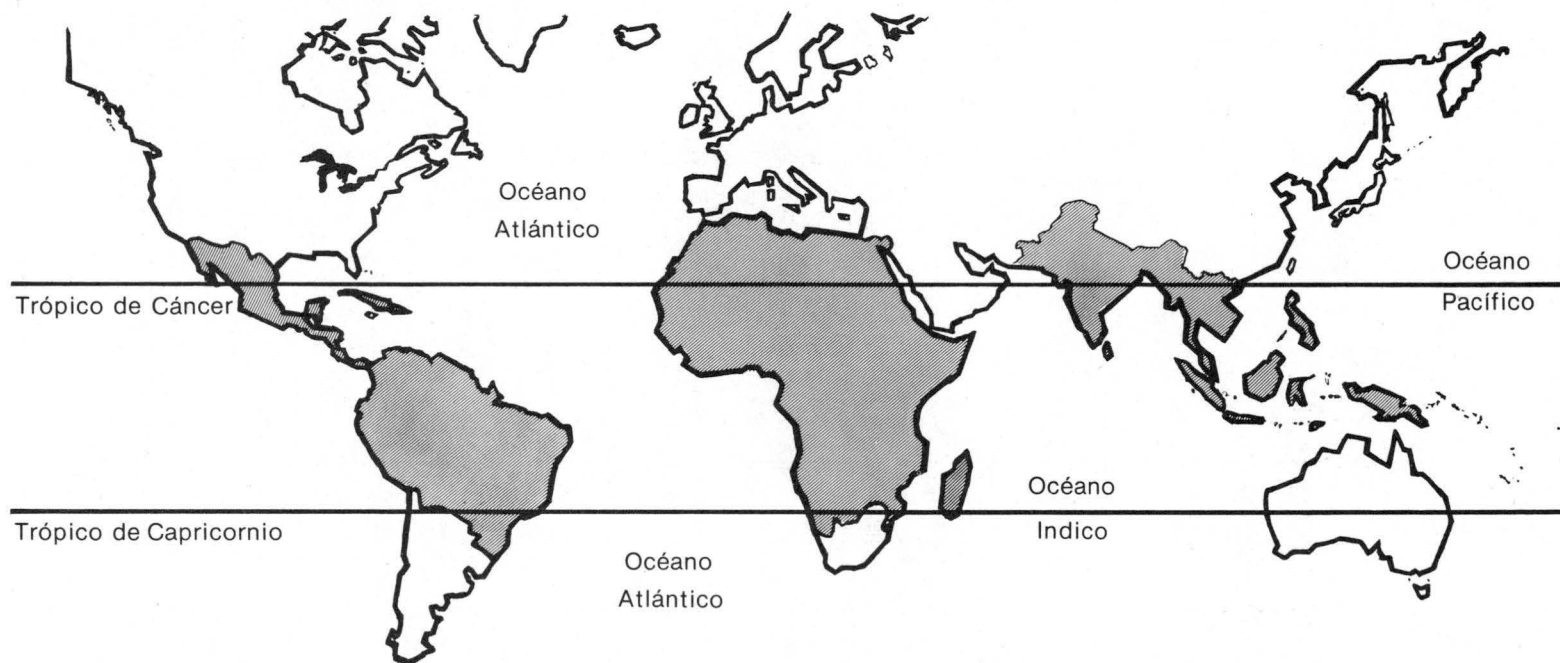
El bosque tropical sobreexplotado y subutilizado

Cuatro de cada diez habitantes del planeta Tierra viven en el trópico. Muy poco había cambiado en esta región hasta principios del siglo XIX. Bajo el ardiente sol ecuatorial, en gran parte humedecido por lluvias torrenciales y con la ayuda de un ciclo permanente de crecimiento, se había desarrollado y sostenido una vegetación rica y variada dominada por árboles y una fauna igualmente heterogénea, dentro de un ecosistema complejo en el cual se había alcanzado "... un equilibrio marcadamente estable entre plantas, animales y el medio ambiente" (48). Si bien es cierto que la diversidad de los bosques húmedos tropicales del mundo y su amplio contenido genético representan un recurso de gran potencial, su heterogeneidad ha constituido uno de los problemas principales para su desarrollo.

A partir del siglo XIX el apetito voraz de los países industrializados, y más recientemente las vías de penetración de una población en rápido incremento, han venido transformando el paisaje tropical, cambio éste que amenaza con destruir la fuente misma de la cual depende la subsistencia de la humanidad. Se ha advertido insistentemente que en los próximos 25 a 30 años la mayor parte de los bosques húmedos tropicales que ahora tenemos, se transformará en tierra improductiva y que la conversión de las sabanas naturales en desierto continuará a un ritmo cada vez mayor. Esto no debe y no puede suceder.

Aunque las investigaciones para incrementar la producción de alimentos en suelos tropicales han sido excepcionalmente productivas, la investigación del bosque tropical no ha contado con un esfuerzo similar. El bosque heterogéneo es, potencialmente, el ecosistema más productivo bajo el sol tropical; sin embargo, es uno de los ecosistemas menos investigados del mundo.

La destrucción de los recursos naturales renovables del trópico puede ser detenida y aun obtenerse de éstos una producción cada vez mayor de materias primas naturales, si se aplica el conocimiento actualmente disponible y se realizan investigaciones bien orientadas, respetando la gran fragilidad de los suelos tropicales.



No todos los países en desarrollo están en los trópicos, y no todos los países del trópico son subdesarrollados, sin embargo, no se distorsionan demasiado los hechos si postulamos que los trópicos son la cuna del mundo en desarrollo. El área sombreada del mapa corresponde a los trópicos para efectos de este libro.

Extensión y diversidad del bosque tropical

La complejidad de los bosques tropicales se refleja en los numerosos sistemas que se han desarrollado para clasificarlos. Uno de estos sistemas los divide de acuerdo con la calidad, cantidad y periodicidad del agua disponible para las plantas, de la siguiente manera:

1. Bosque de manglar: crecen en las zonas costaneras tropicales protegidas y a lo largo de los estuarios de las desembocaduras de los ríos en donde el agua salobre inunda el suelo dos veces al día. El área que cubren es relativamente pequeña, probablemente menos del 5%, aunque no se ha hecho un estimativo global.
2. bosques húmedos tropicales: se encuentran en lugares en donde la precipitación excede a la evaporación durante más de la mitad del año (15). Su área total ha sido estimada entre 550 y 850 millones de hectáreas y constituye el 27% en África Occidental y Central, el 27% del Sudeste Asiático y el 46% de América Latina (15). Estos bosques contienen la vegetación más exuberante y de mayor diversidad en cuanto a especies, principalmente árboles.
3. bosques tropicales de dosel cerrado en áreas de precipitación estacional: se estima que cubren un área cercana a 1,45 billones de hectáreas (48); se encuentran en lugares donde las precipitaciones van de los 200 a 1.250 mm. distribuidas en uno o dos períodos, separados por épocas extremadamente secas que abarcan de cuatro a diez meses del año durante los cuales la precipitación es menor de 25 mm. por mes (41)
4. bosques de dosel abierto, sabanas, vegetación arbustiva o bosques protectores (27): con vegetación de copas separadas y usualmente en etapa de transición hacia el dominio de pastos o matorrales. Esta condición puede ser causada por una escasa precipitación, pero en la mayoría de los casos es ocasionada por quemas y otras prácticas inadecuadas de uso de la tierra. Su superficie se estima en 400 millones de hectáreas.

En el trópico cuando se trata de diferenciar los suelos de vocación forestal de los de vocación no forestal, el problema se hace más complejo debido a los diversos usos que se hace de ellos, tales como el establecimiento simultáneo de cultivos de subsistencia y bosques, o el pastoreo estacional de ganado en sabanas semi-áridas. Las clasificaciones que se presentan en forma esquemática en la página 15 (tomado de Sommer (43) y otras fuentes), deben tomarse solamente como aproximación. Es evidente la necesidad de desarrollar mejores estimativos de las áreas de vocación forestal y de las áreas aptas para otros usos en los trópicos, y ello aumentará a medida que se desarrolle la planificación del uso de la tierra.

El bosque tropical y el medio ambiente

Frecuentemente se ha comentado acerca del efecto de los bosques tropicales sobre la precipitación, la producción de oxígeno y el balance del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Ninguno de estos efectos ha sido demostrado (48), pero indudablemente los árboles toman gran cantidad de agua del suelo y la incorporan después a la atmósfera en forma de vapor de agua. Las copas de los árboles interceptan la lluvia y los nutrientes, y las raíces laterales que pue-



Arboles de gran altura dominan el bosque natural no perturbado (Foto J. Redden).

den extenderse hasta los 100 metros absorben los componentes de los desechos vegetales en descomposición y disminuyen la lixiviación del suelo por lluvias fuertes. Además, las raíces principales penetran a una profundidad de 30 o más metros (18) y recuperan el agua y los minerales disueltos en ella.

Los bosques reducen y atenúan la temperatura cerca del suelo y proveen lugares para el esparcimiento del hombre y para protección de la fauna del sol tropical. Los bosques protegen y alimentan una amplia variedad de flora y fauna, y constituyen una de las más grandes y diversas reservas de genes. Como cortinas rompevientos protegen de la erosión eólica y disminuyen la desecación e incluso la escorrentía. Sin duda es de gran importancia el efecto del bosque como estabilizador del suelo y como protector contra la erosión eólica y producida por el agua para mantener la calidad del medio ambiente.

El clima, el relieve, el suelo y otros factores del medio ambiente influyen en la productividad del bosque tropical algunas veces de manera inesperada. Existe un límite en el crecimiento del árbol cuando la temperatura del ambiente se incrementa. Cuando la temperatura excede los 30°C, o cuando está por debajo del punto de congelación, los procesos biológicos se estancan (46). La nubosidad disminuye la actividad fotosintética en las zonas húmedas y las altas temperaturas nocturnas incrementan las pérdidas por respiración.

Es bien conocida la disminución que ocurre en el tamaño de los árboles cuando el bosque tropical húmedo se transforma en sabana boscosa. Menos aceptado es el hecho de que donde la estación seca es breve o no existe, los suelos hidromórficos son despojados continuamente de los nutrientes solubles y el bajo contenido de oxígeno y nitrógeno restringe el desarrollo de la raíz, con lo cual se reduce también el crecimiento.

Sólo recientemente, se ha reconocido que las variaciones en el clima local debido a pequeñas diferencias de altura y exposición pueden tener un marcado efecto en la vegetación tropical (46). En el trópico, las condiciones óptimas de crecimiento se presentan cuando se combinan regímenes intermedios de humedad con latitudes mayores, o elevaciones medias con períodos más largos de luz solar, poca nubosidad y noches frías.

Fotosíntesis es el proceso por el cual las plantas verdes utilizan la radicación solar como energía para convertir el agua y el carbón (del bióxido de carbono del aire) en fibras de madera, hojas, flores, frutos y semillas. Más del 90% del peso seco de los árboles se deriva del CO₂ fijado fotosintéticamente (54). El uso de plantas que hacen fotosíntesis es la manera más simple para el hombre de captar y almacenar la energía solar. Aunque la mayoría de los árboles transforman menos del 1% de la luz solar en biomasa equivalente a la cantidad total del material sólido en la planta, hay indicios, sin embargo, de que pueden encontrarse u obtenerse por cruzamiento árboles con alta eficiencia fotosintética y baja fotorrespiración que convertirían un porcentaje mucho mayor de la energía solar en biomasa (43).

Sistemas de producción de árboles

Bosque natural

Los bosques tropicales son comunidades altamente diversificadas, en las cuales se encuentran muchas veces más de 100 especies por hectárea. Las propiedades de las maderas tropicales cubren un amplio rango de peso, dureza, durabilidad, color, forma y otras características. Con los avances de la tecnología de la madera más de 1.200 especies han llegado a ser comercialmente valiosas (12).

Debido a la falta de anillos anuales es difícil estimar la tasa de crecimiento en los bosques naturales tropicales pero hay evidencia de que con un manejo adecuado y apropiadas prácticas silviculturales, los rendimientos de estos bosques pueden ser muy superiores a los obtenidos en las condiciones actuales (11). En bosques tropicales naturales manejados bajo condiciones favorables es posible obtener rendimientos muy similares a los de plantaciones de rápido crecimiento, sin correr los riesgos inherentes a los monocultivos extensivos.

En algunos bosques naturales se ha encontrado un contenido total de biomasa superior a las 1.700 toneladas por hectárea. El bosque natural produce un total de biomasa superior a las 50 toneladas (peso del material seco) por hectárea y por año, de una mezcla de material vegetal de gran diversidad. El promedio de incremento en volumen de los fustes de los árboles en bosques tropicales se ha estimado alrededor de los cuatro metros cúbicos por hectárea y por año ($4\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$), aunque en bosques húmedos es probable encontrar más del doble de este estimativo (7). Sin embargo, en bosques maduros "vírgenes" no hay, de hecho, crecimiento neto.

Debe hacerse más investigación en silvicultura tropical, especialmente sobre sistemas de regeneración, mejoramiento genético, efectos del cultivo intensivo sobre suelos y regímenes de humedad, medición de crecimiento y de rendimientos y su respuesta a diferentes tratamientos silvícolas, y acerca de la protección y mantenimiento de la producción forestal. Con excepción de unos cuantos tipos especiales de bosque tropical, hasta el presente no han sido desarrollados métodos económicos para regenerar las especies deseables. El bosque tropi-

cal es muy susceptible a la intervención humana; la vegetación del trópico puede ser alterada permanentemente por explotación selectiva, pastoreo intensivo, quemas o enfermedades.

Bosques artificiales

Probablemente menos del 1% de todos los bosques tropicales son plantaciones (33), pero hay indicios de que este porcentaje se incrementará en el futuro debido a las ventajas derivadas de la mecanización intensiva tanto en las operaciones de establecimiento como en las de aprovechamiento, cuando se tiene un bosque más uniforme y productivo.

En muchos países tropicales se ha demostrado que plantaciones de especies cuidadosamente seleccionadas según su rápido crecimiento y adaptación a condiciones locales de clima y suelo, pueden producir grandes volúmenes de madera en turnos cortos. Igualmente, es más fácil optimizar las prácticas de manejo en bosques artificiales ya que las prescripciones son mucho más simples y se puede hacer un mejor uso de la mano de obra no calificada. Las plantaciones pueden ser ubicadas en la forma más conveniente para superar los problemas de falta de transporte y de servicios características de los países tropicales en desarrollo.

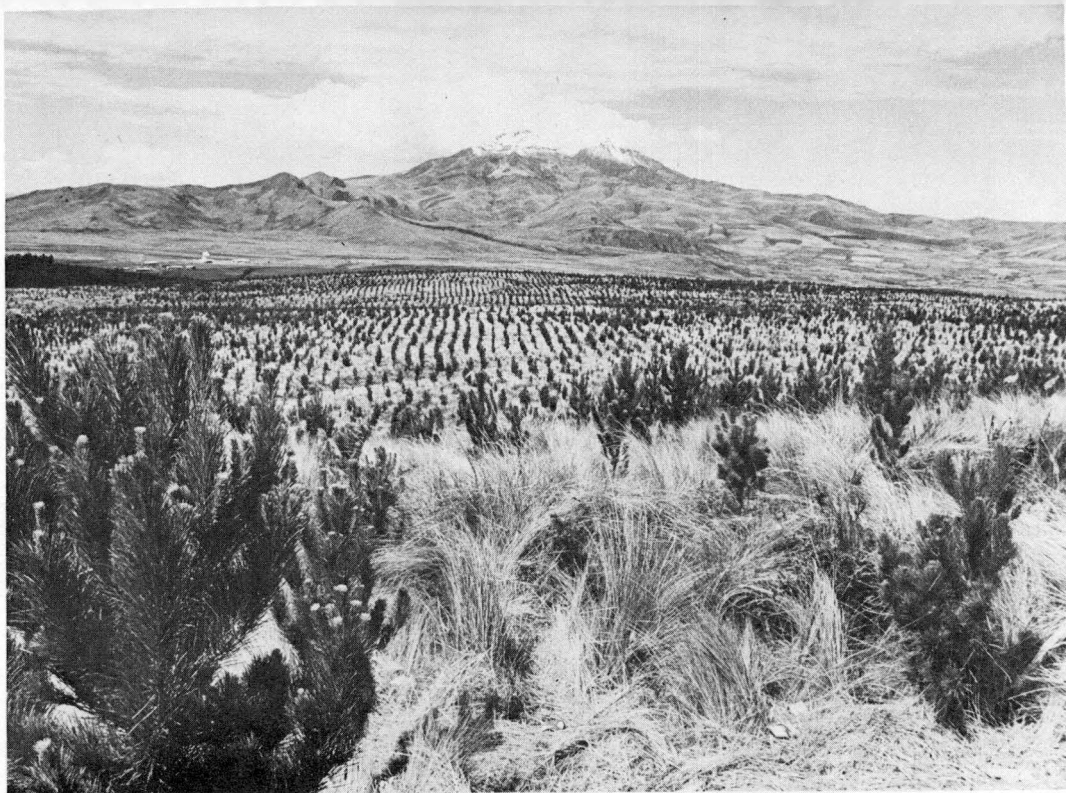
Sin embargo, a pesar de muchos ejemplos exitosos, los monocultivos son generalmente más vulnerables a enfermedades y plagas específicas que los bosques mixtos. También se requiere una óptima selección de la especie que va a ser plantada y una planificación cuidadosa para asegurar que los árboles abastecerán las necesidades de la sociedad cuando sean utilizados. La preparación del terreno, los viveros, la plantación y el mantenimiento son operaciones costosas que requieren la inversión de grandes sumas de dinero, con mucha anticipación a su recuperación mediante la venta de los productos.

Sistemas combinados de producción

En las áreas tropicales con altas precipitaciones es a menudo difícil mantener una producción constante, en cultivos anuales, sin la protección de árboles. Los nutrientes se lixivian rápidamente en los suelos tropicales y el costo de reponerlos mediante fertilización es alto y demanda mucha energía para un mundo en el cual el costo de este elemento aumenta progresivamente.

El establecimiento de ciertos árboles combinado con cultivos anuales en forma simultánea o sucesiva es la mejor manera de preservar la fertilidad y estructura de muchos suelos tropicales. Es probable que, a largo plazo, esto produzca el más alto rendimiento para el agricultor. Los bosques protegen los suelos frágiles de la excesiva acción de la luz, de los vientos secos y de las lluvias torrenciales. También protegen las cuencas hidrográficas y las corrientes de agua y por lo mismo son importantes para el suministro de agua potable y para la pesca continental.

Desde tiempos inmemoriales los pequeños agricultores han practicado sistemas combinados de plantaciones forestales y cultivos de subsistencia llamados "Agricultura Migratoria" (conocidos también como agricultura de rastrojo y quema, o cultivo por los sistemas "swidden", "chena" "kaigin", y "ladang"). Antes de ser utilizada nuevamente, luego de que el cultivo agrícola ha agotado los nutrientes, la tierra se deja enmalezar. Cuando por razón de la presión inexorable del incremento de la población, el intervalo entre los cultivos llega a ser de



Bosque artificial en el altiplano ecuatoriano (Foto FAO).

masiado corto, la fertilidad del suelo no se restaura completamente, los arbustos y los árboles jóvenes que crecen en el barbecho tienen escaso valor maderable, y se inicia la degradación acelerada del suelo (19).

Una variación a este sistema ha sido introducida por los forestales para reducir los costos de reforestación. Mediante el sistema Taungya la tierra es cultivada durante dos o tres años y se establece la plantación generalmente en forma simultánea con la última cosecha, de tal manera que cuando ésta se recolecta los árboles, ya establecidos, superan la competencia de la maleza. Pero cuando el ciclo de corte es de 40 o más años (Ej. teca y caoba), los cultivos agrícolas se establecen solamente por un tiempo muy corto en proporción al turno de la plantación.

Algunas veces, con el fin de mejorar la plantación de árboles, el cultivo agrícola, o ambos, se establecen los cultivos entre plantaciones ampliamente espaciadas, con lo cual se da al cultivo sombra ligera, abono orgánico de las hojas y, en algunos casos, fijación biológica del nitrógeno en el suelo. Otras variaciones de este sistema incluyen el establecimiento intercalado de cultivos agrícolas y árboles de leguminosas con el propósito de enriquecer el suelo y producir madera; o de árboles o arbustos productores de alimento con cultivos productores de materias primas industriales.

En regiones de precipitaciones estacionales (250 mm. o más por año) la plantación intercalada de árboles de *Acacia albida* incrementa los rendimientos del mijo hasta en un 500 ó 600% (4). El pastoreo de ganado en plantaciones es otra manera de asegurar un mejor rendimiento de la tierra. Asimismo, se han establecido con éxito criaderos de peces en bosques de manglar.

Pero las múltiples posibilidades de incrementar la producción y mejorar su eficiencia mediante la combinación de plantaciones con otro tipo de cultivos o ganadería, han sido apenas parcialmente investigadas. Sistemas de manejo combinado de plantas y árboles que han tenido éxito en una región, son desconocidos en otras partes del mundo en donde podrían reportar grandes beneficios para los agricultores.

La plantación intercalada de maíz con *Leucaena* o algunas otras leguminosas podría incrementar significativamente la producción del grano. Árboles "milagrosos" pueden combinar un rápido crecimiento con una alta capacidad para fijar el nitrógeno y con la producción de frutos comestibles, yemas, legumbres y hojas u otro material aprovechable. La identificación de estos árboles y la determinación de sus zonas de adaptación ecológica es una tarea de importancia.

Recuperación de los suelos forestales degradados

A lo largo de la historia cerca de mil millones de hectáreas de antiguos bosques tropicales se han convertido en zonas semi-desérticas improductivas (48). La mayor parte de estas regiones tiene una precipitación anual inferior a los 700 mm. con una estación seca muy prolongada. La vegetación de millones de hectáreas se destruye cada año, especialmente por la tala de bosques y rastrojo para leña, por quema de praderas para mejorar los pastos y por el sobrepastoreo. Una vez la vegetación es eliminada, el agua y el viento erosionan rápidamente la delgada capa del suelo fértil y entonces la recuperación del suelo se hace difícil y a veces imposible.

Generalmente, el proceso de rehabilitación de estos suelos es lento, gradual y laborioso. La vegetación puede restablecerse poco a poco en forma espontánea si se limita el uso de la tierra. La reforestación de estas áreas requiere cuidados intensivos por lo menos hasta que las raíces penetran a una profundidad suficiente para alcanzar por sí mismas la humedad. Estas plantaciones requieren una protección intensiva de las malezas y de las quemas, así como también riego ocasional durante los primeros cinco años de establecimiento.

No obstante, muchos de estos suelos sin uso pueden rehabilitarse e inclusive hacerse altamente productivos mediante el establecimiento de las especies adecuadas y el manejo cuidadoso. La producción de madera en estas zonas apenas alcanza a $0,1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ a menos que se rieguen (41), pero aun esta pequeña producción es de enorme importancia para la gente necesitada de leña y material para construcción. Se conoce una amplia variedad de especies resistentes a la sequía que producen madera para combustible y alimento rico en proteínas para hombres y animales. El marañón produce tanto nueces como frutos. Algunas acacias producen resinas aprovechables como la goma arábiga. Otras especies proporcionan sombra, yemas y hojas comestibles y mejoran la fertilidad del suelo. En las planicies costeras del Perú los árboles condensan la humedad de la atmósfera y hacen posible la agricultura en las zonas aledañas sin lluvia.

A menudo una forma apropiada para restablecer la vegetación es combinar el establecimiento de plantas comestibles resistentes a la sequía (tales como las *Chenopodiaceas* y cactus sin espinas) con árboles. Los arbustos comestibles son la fuente principal de forraje para la ganadería, así como también algunos rebrotes de árboles; las hojas sirven como reserva de forraje cuando no hay disponi-

bilidad de otro tipo de alimento (20). En algunos casos puede ser necesario encontrar otras fuentes de combustible durante los primeros años de la plantación para prevenir la corta prematura de los árboles jóvenes.

Con un manejo adecuado de las áreas semi-áridas es posible obtener de dos a tres veces más biomasa que la que se produciría sin manejo alguno (21); asimismo el uso intensivo de este tipo de suelo ocasionaría una rápida y completa destrucción de toda la vegetación.

En aquellas zonas en donde la lluvia es estacional e irregular, el bosque es especialmente vulnerable a la tala indiscriminada y al fuego. La rápida expansión de la hierba **Imperata** y otra vegetación secundaria inútil en regiones húmedas, demuestra el peligro de las talas masivas de bosques en estas áreas y la necesidad de mantener en ellas algún tipo de cobertura forestal. Si se elimina en los trópicos húmedos la cubierta boscosa, rápidamente aparecen las malezas que dificultan la regeneración natural de los árboles. Los métodos para rehabilitar esos suelos han sido apenas parcialmente investigados y escasamente aplicados. Se requiere una mayor investigación para encontrar sistemas adecuados de restablecer vegetación productiva en estas áreas.

En razón de que la recuperación de la inversión es muy lenta, se requiere un liderazgo y una política fuertes para utilizar adecuadamente los escasos recursos económicos y la mano de obra disponibles para el restablecimiento de la vegetación en estas áreas. Por ello si se desea alcanzar una producción óptima y eliminar los efectos de su uso excesivo, es de máxima prioridad educar a la población sobre la necesidad de dar el uso adecuado a estos suelos. En esta tarea es necesario que los silvicultores trabajen, en coordinación con políticos y especialistas en manejo de suelos y ciencias sociales, sobre modelos de manejo cooperativo.



Utilización del recurso forestal

Generalmente, la población nativa que habitó los bosques tropicales era pequeña en número y cubría sus necesidades de subsistencia mediante la caza y la recolección de frutos, nueces, hojas y flores comestibles. Para complementar la dieta alimenticia con cultivos anuales, practicó la agricultura migratoria. Este sistema de utilización del bosque se ve actualmente amenazado por el incremento de la población, la explotación de madera, la apertura de tierras forestales para la agricultura por parte de colonos, o por efecto de la construcción de caminos de penetración en áreas boscosas anteriormente incomunicadas.

Hoy en día, a medida que la población aumenta, la presión sobre el suelo crece, su período de descanso disminuye cada vez más y, en consecuencia, su fertilidad no se restablece completamente. Con rapidez cada vez mayor se abren y abandonan nuevos claros. Como resultado de este tipo de agricultura migratoria se calcula que anualmente se destruyen 10 millones de hectáreas de bosques y en consecuencia se ocasiona una continua disminución de la fertilidad de estos suelos (26).

Con frecuencia, el crecimiento de la población es alto en áreas de precipitación estacional donde la agricultura solo puede mantenerse sobre suelos productivos cuando se dispone de agua suficiente. En la mayor parte de estas áreas el bosque ha sido eliminado, exceptuando aquellos lugares donde los suelos resultan demasiado pobres o secos para la agricultura. Sin embargo, ante la demanda creciente de madera para leña, también estos bosques han ido desapareciendo rápidamente, y los bosques que abastecen leña se han alejado cada vez más de los centros de consumo. En estas áreas el bosque artificial es amenazado por el pastoreo de cabras y ganado, y las pocas especies que escapan a los animales son destruidas por la quema anual.

Otro tipo de presión sobre los bosques húmedos tropicales son los madereros que buscan las pocas especies de alto valor comercial. Desde principios del siglo XVI se enviaban a Europa maderas de tinte (dye woods) de Brasil y Centroamérica. A comienzos del siglo XIX llegaban a Europa Occidental trozas de caoba provenientes de Cuba para ser convertidas en muebles, y el mobiliario resultante llegó a ser símbolo de status entre la gente adinerada. Rápida-

mente, la capacidad de producción de caoba de América Central fue sobrepasada y la búsqueda de "Madera Roja", se extendió a todo el mundo tropical. Maderas de color similar, erróneamente llamadas caoba africana o caoba filipina, fueron exportadas en cantidades cada vez mayores a Europa Occidental y Norteamérica. Otras maderas tropicales se pusieron en boga debido a sus características de grano, resistencia a los insectos, o simplemente porque su olor era agradable.

Desafortunadamente, apenas una pequeña fracción de las especies de los bosques tropicales posee estas características, y los madereros, que tienden a ser altamente selectivos, utilizan únicamente los mejores fustes. A veces sólo un 3% y tal vez un promedio del 15% del volumen de madera es utilizado industrialmente. Al cortar los mejores ejemplares, se reproducen los peores, ocasionándose un progresivo deterioro de la calidad de los rodales. En el proceso de aprovechamiento muchos de los árboles que quedan son lesionados o destruidos y el bosque se degrada severamente. Esto es particularmente común en aquellos lugares donde el contratista no tiene obligación alguna de proteger la regeneración joven, o no existe supervisión debido a la escasez de guardabosques entrenados.

Esta reiterada explotación selectiva combinada con la agricultura migratoria, conduce al empobrecimiento gradual de los bosques y a la destrucción de la cobertura forestal. Por ejemplo, en 1974, Costa de Marfil exportó alrededor de 4 millones de m³ de trozas con un promedio de extracción de un árbol por hectárea. Se calcula que entre la tala de bosques y la agricultura transitoria se destruyen anualmente unas 400.000 hectáreas de bosques lo que en unos 15 años llevará a una destrucción total del bosque (44). La paradoja consiste en que el exportador selectivo de madera de las zonas húmedas beneficia sólo a una pequeña parte de la población de los países en desarrollo, y no retribuye a estos lo suficiente como para cubrir costos de reforestación o reemplazo del bosque por otro tipo productivo de uso del suelo.

Las exportaciones de madera tropical de los países en desarrollo aumentan rápidamente. Se triplicaron en la década iniciada en 1962, pero aun así solo habían alcanzado el 16% del comercio mundial de productos forestales en 1974 (14). En Saba, Malasia Oriental, el 60% del ingreso global del gobierno se deriva de la exportación de madera en trozas, y en Costa de Marfil los productos forestales ocupan el segundo lugar dentro de los principales artículos de exportación (después del cacao). En Indonesia, las exportaciones de madera en troza se incrementaron enormemente de 1,5 millones de m³ a 18 millones entre 1968 y 1974 (14). Lo que no muestran estas cifras es que el incremento de estas exportaciones proviene del despilfarro del capital de los bosques, y que los métodos y el ritmo actual de explotación pueden conducir a la desaparición del bosque tropical húmedo en las próximas décadas.

Es urgente reorientar el manejo y el uso forestal hacia el abastecimiento de las necesidades a corto plazo de los países en desarrollo, y al mismo tiempo asegurar, donde no sea demasiado tarde todavía, que la fuente de capital no se agote hasta el punto de restringir las opciones futuras y arriesgar el bienestar de las nuevas generaciones. Algunas de las medidas que pueden ayudar a estos propósitos son: utilización de especies del menor valor para leña; estímulo a la producción local de muebles y chapas para su utilización en estructuras y decoración; aprovechamiento de los árboles jóvenes más pequeños sólo después de que el incremento anual haya alcanzado al máximo y el desperdicio haya disminuido.

La amplia tarea del forestal

Usualmente los suelos en los cuales predominan los bosques son manejados por forestales. Por regla general, hasta hoy día, éstos han sido entrenados en países industrializados, o con los prejuicios de estos países, y por lo tanto orientados hacia la producción selectiva de trozas para exportación. Tendencia que se agrava por la escasez de personal directivo y ocasiona que los forestales no presten mayor atención a la posibilidad de otros usos del bosque.

Aunque se reconoce la necesidad de aplicar sistemas de manejo forestal para asegurar un rendimiento sostenido y cada vez mayor de madera, los forestales deben atender a otro tipo de tarea e integrar la silvicultura con otras formas de uso de la tierra que la sociedad necesita. Ellos deben trabajar con granjeros y agricultores para obtener del bosque mayor cantidad de madera, alimento para la población y los animales, y establecer en el mismo suelo cultivos anuales y de plantaciones, en secuencia o en combinación, para mantener su productividad. Asimismo, deben enseñar al maderero cómo aprovechar los árboles sin dañar la regeneración; es necesario establecer equipos interdisciplinarios para solucionar los problemas de manejo forestal que se originan en las variadas formas de tenencia de la tierra y demostrar que el bienestar de la población depende de un buen manejo de los bosques.

El combustible para cocinar es cada vez más costoso y escaso (Foto N. McKee).



Los objetivos y responsabilidades del especialista en el manejo de los suelos forestales deben ampliarse e incluir el manejo de árboles dentro de cualquier sistema de producción, no solamente en donde el producto es madera, frutos o productos industriales como caucho o lana vegetal (kapoc), sino además en donde la función primaria del bosque es proporcionar protección para los cultivos agrícolas y para las fuentes de agua.

Uso actual y potencial

La producción primaria neta por hectárea del bosque tropical es más grande, pero no mucho mayor que la de los bosques de zona templada. La explicación consiste en que no solamente hay una menor proporción de fustes utilizables para madera, sino que las pérdidas ocasionadas por la respiración y el deterioro biológico son mucho más altas en los bosques tropicales (7). A pesar de estas pérdidas, en plantaciones bien manejadas y en buenos sitios, se ha llegado a obtener una producción superior a las 40 toneladas de peso seco de madera por hectárea al año. En los bosques naturales del trópico húmedo el incremento oscila entre 6 y 12 toneladas por año, pero en zonas secas de sabana el incremento anual decrece hasta 2 toneladas/ha/año, y hasta menos.

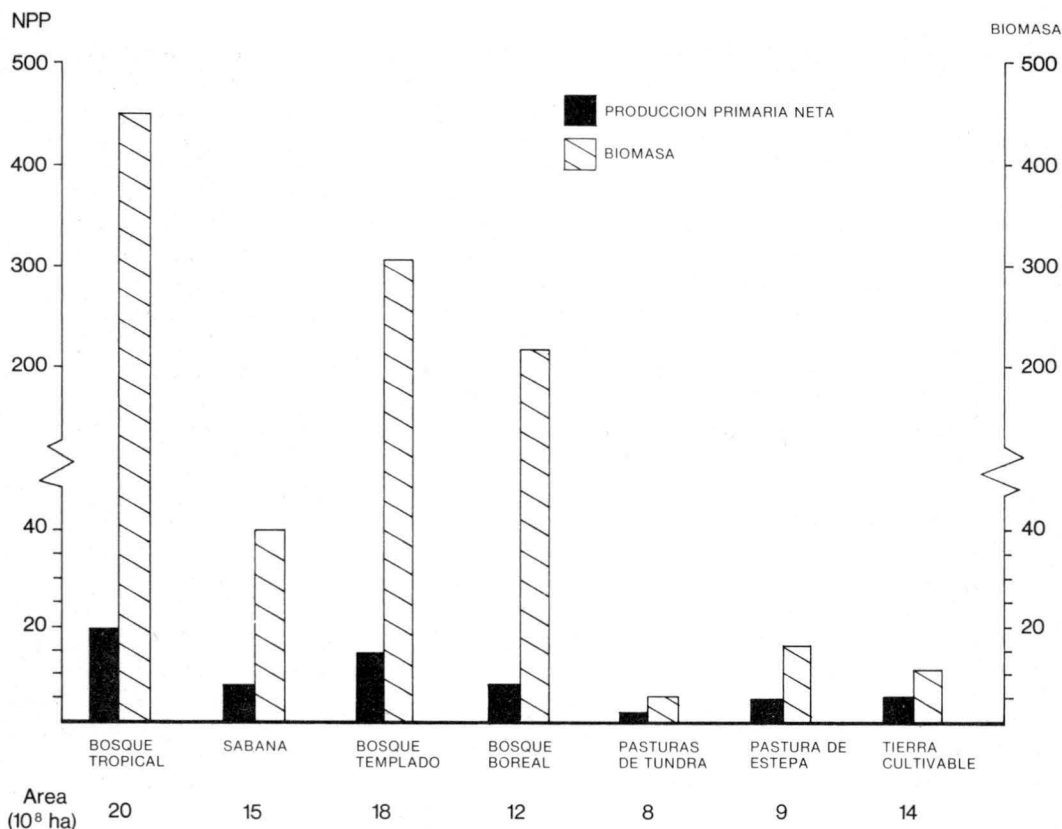
Según estimativos de la FAO, los bosques de los países en desarrollo alcanzan un volumen de 166 billones de m^3 (29). El incremento total de madera en fustes y ramas se ha estimado en cerca de nueve billones de m^3 , es decir, alrededor de $4m^3$ /ha/año (7), lo cual equivale a unas 3 toneladas/ha/año de peso seco de madera. Plantaciones de *Eucalyptus deglupta* de 10 años de edad en Papua, Nueva Guinea, han registrado un incremento promedio anual de $51 m^3$ /ha/año de madera en fustes.

El bosque tropical contiene la mayor biomasa del planeta; y su producción primaria total es mayor que la de cualquier otra región ecológica (27) (ver página 23). Además de la fibra de madera, el bosque tropical produce una gran variedad de frutos, semillas comestibles, hojas, flores, resinas, gomas, hongos, ceras, drogas, etc., que pueden ser utilizados como alimentos para humanos y animales, o que tienen aplicación en medicamentos, artículos decorativos, religiosos y en otros usos.

Se estima que en los países en desarrollo se utilizan anualmente alrededor de 860 millones de m^3 ($0,5 m^3$ per cápita) en leña y 190 millones de m^3 de madera para usos industriales (14). Parece que apenas se utiliza una pequeña parte de la producción potencial anual del bosque natural. Sin embargo, hay muchas áreas en donde la tala de bosques es muy superior a su restablecimiento.

El 17% del total de la madera aprovechada en 1974, que alcanzó a los 2.500 millones de m^3 , fue exportada. En los países en desarrollo se aprovechó el 40% del total de la producción mundial de ese año, pero estos países sólo exportaron el 6%. Sin embargo, si se exceptúa la madera utilizada para leña, la cual sobrepasa el 80% del volumen total aprovechado en los países en desarrollo, y considerando únicamente la madera industrial, la tercera parte de este volumen fue al mercado internacional (10 y 14).

La mayor parte de la madera para uso industrial aprovechada se obtiene de los bosques tropicales húmedos y los bosques de manglar. La madera para leña y para construcción es el principal producto de los bosques de lluvia estacional. Aún no se ha establecido completamente la cantidad de madera para leña y alimento proporcionada por el bosque tropical, y generalmente no hace parte de



Producción primaria neta (ton. secas/ha/año) y biomasa (ton. secas/ha) calculada para diferentes tipos de vegetación a nivel mundial (27). Nótese que el total de materias orgánicas o biomasa del bosque tropical (unos 9.000×10^8 ton.) representa cerca de la mitad de todo el material vegetal viviente. Sin embargo, en los bosques templados el tronco es más del 30% de la producción total de materia seca, en tanto en el bosque tropical alto este abarca solo el 15-20% (7).

los estimativos de producción ya que estos productos son aprovechados y utilizados por poblaciones locales. Las estadísticas disponibles indican que los productos forestales constituyen solamente el 5% del valor de todos los productos de recursos naturales renovables de los países en desarrollo. (No se ha hecho ningún intento para cuantificar otro tipo de productos indirectos del bosque tales como la protección de cuencas y el restablecimiento de la fertilidad del suelo después de su utilización, en la agricultura migratoria). Aun si se admiten las limitaciones de estas estadísticas, esto significaría una contribución muy escasa de más de la mitad de la tierra tropical. Esto es deplorable si se toma en cuenta que con un adecuado manejo esta proporción puede ser ampliamente incrementada (Ver gráfica página 24).

Aprovechamiento de la madera

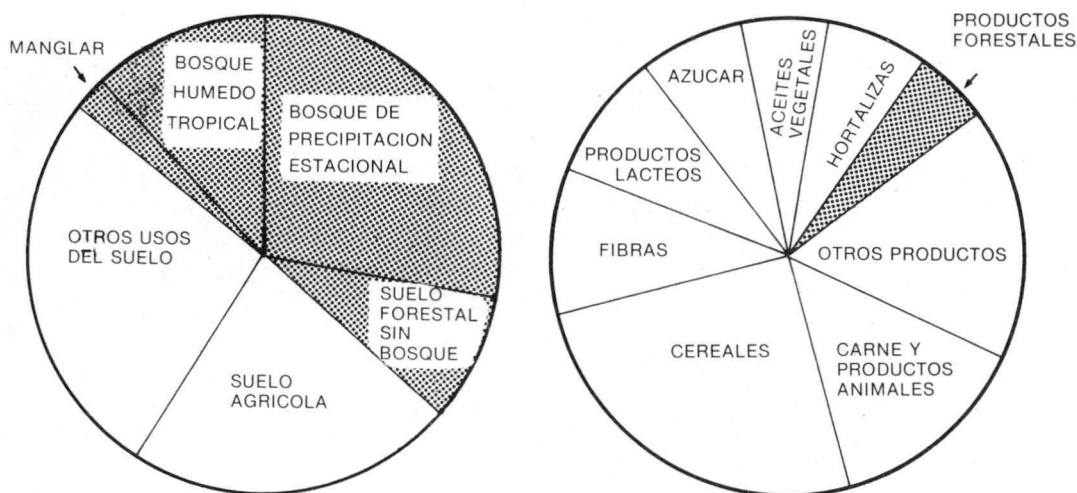
En general las operaciones de aprovechamiento y transporte de los productos primarios en los bosques tropicales son altamente destructoras, dispendio-

sas, primitivas y deficientes, si se comparan con las de los países industrializados. Mediante el adecuado entrenamiento del personal, el establecimiento de infraestructura adecuada, y la provisión de capital suficiente sería factible aplicar sistemas mecanizados de aprovechamiento y transporte mucho más eficientes para la utilización de bosques tropicales; sin embargo, los problemas son mucho más de tipo económico y social que técnico (26).

Es necesario investigar hasta dónde pueden modernizarse las operaciones madereras mediante técnicas que requieran bajo consumo de energía y de capital y que, al mismo tiempo, mantengan un alto índice de empleo; hay que averiguar su relación costo/beneficio, sus implicaciones sociológicas, y el efecto de las carreteras y otros fenómenos que disturbán la vegetación y el suelo. Los métodos primitivos de aprovechamiento, todavía en uso, han llegado a ser excesivamente costosos y el trabajo del maderero manual es considerado como una etapa regresiva y socialmente inaceptable. El mejoramiento de los sistemas de aprovechamiento forestal es una necesidad urgente.

Productos de la madera

El incremento de la demanda mundial de energía proveniente de recursos naturales no renovables, obliga seriamente a tomar en consideración la necesidad de obtener energía a partir de recursos naturales renovables. Entre estos últimos, la madera y sus derivados son, hasta el presente, los más importantes. En 1970 estos productos suministraron una cantidad de energía tres veces mayor que la generada por las hidroeléctricas, y contribuyeron con el 7% del total de la energía consumida en el mundo (7). La madera es la forma más eficiente de aprovechamiento y almacenamiento de la energía solar.



Áreas forestales tropicales y productos básicos - comparación: A. Distribución aproximada del uso del suelo en los trópicos (13,14); B. Contribución de alimentos y productos básicos a la producción total de recursos naturales renovables de los países en desarrollo en 1970 (47).

Casi la mitad de la madera que se aprovecha en el mundo se utiliza para combustible. En el trópico, el 80% del total de la madera aprovechada se quema (7), y el 90% de la población la utiliza para satisfacer sus necesidades domésticas (8). Pero en las regiones semi-áridas tropicales el crecimiento de la población sobrepasa el crecimiento del bosque. Asimismo, el aumento del costo del petróleo tiende a incrementar el consumo de madera para combustible en las áreas urbanas. Como resultado, los costos de la madera y del transporte suben, el estiércol animal que se utiliza como fertilizante se utilizaba ahora como combustible y la destrucción de los bosques se propaga (8).

La madera puede ser quemada directamente (con lo cual se consigue el máximo de eficiencia de conversión) para uso doméstico o generación de energía. También puede convertirse en combustibles más versátiles como carbón, metanol y gas (7). Se han hecho algunas investigaciones sobre las posibilidades de producir carbón vegetal en el trópico, pero se requieren investigaciones más intensivas acerca del uso de estos combustibles, de las fuentes adecuadas de madera (especies adecuadas) del establecimiento y manejo de plantaciones para combustible y del uso de otros desperdicios.

La obtención de energía a partir de los recursos naturales renovables proporciona auto-abastecimiento e independencia tanto al individuo como a la sociedad, debido a que estos recursos se pueden establecer en áreas pequeñas, descentralizadas y dispersas.

De acuerdo con los estimativos hechos por Earl (7) y otros autores en 1970, la energía total que hubiera podido obtenerse del incremento anual no utilizado de los bosques tropicales del mundo equivaldría casi a la mitad del consumo mundial de energía procedente de todas las fuentes. Lo anterior da una idea de la enorme reserva de energía renovable y no utilizada latente en los bosques tropicales del mundo, la cual puede aun ser incrementada mejorando las prácticas de manejo forestal.

Tradicionalmente, la exportación de madera de los países en desarrollo se hace en forma de trozas para su posterior procesamiento en los países desarrollados, en los cuales queda el beneficio del valor agregado. Estimativos de la FAO indican que la madera en trozas alcanza el 70% del volumen de madera exportado por los países tropicales (13). Los países en desarrollo no sólo se ven privados de la generación de empleo que demandaría la transformación de esta madera, sino que se ven también obligados a hacer otro intercambio posterior de los productos secundarios resultantes de esa transformación con los países desarrollados. Es más, este intercambio es generalmente negativo para la economía de los países en desarrollo (13). Asimismo, el establecimiento de una industria local de transformación secundaria diversificada está muy lejos de promover una mejor utilización de las especies del bosque tropical mixto, como ocurre en Nigeria (37).

Los ensayos de transformación de las materias primas en el país de origen, constituyen un fuerte incentivo para el desarrollo de tecnologías adecuadas para la industria forestal de los países tropicales en desarrollo, aunque la falta de energía u otros elementos esenciales para el desarrollo industrial, pueden dificultar en ciertos casos estos intentos. Se requiere investigación sobre la economía de las industrias locales establecidas, las ciencias relacionadas, y las necesidades de entrenamiento de trabajadores a todos los niveles (39). Se requieren nuevas tecnologías para el uso de los bosques tropicales y el desarrollo de nuevos productos, en lugar de tratar únicamente de adaptar las maderas tropicales a las tecno-

logías de zona templada (26). Un ejemplo fue el desarrollo de tecnologías para producir pan de cualquier clase de trigo en la industria de procesamiento de alimentos. Anteriormente, la atención se había concentrado en el establecimiento de cultivos que pudieran procesarse de acuerdo con las antiguas tecnologías, hasta que se tuvo la idea de adaptar las técnicas de procesamiento a las variedades locales de trigo. En la misma forma se hace necesario el desarrollo de técnicas para la elaboración de papel y madera de partículas a partir de la mezcla de una amplia variedad de plantas maderables y no maderables.

El aprovechamiento selectivo de unas pocas especies de los bosques para exportación (solamente un poco más de 30 especies en África por ejemplo) ocasiona un desperdicio masivo y deteriora el equilibrio del bosque. Con el propósito de evitar estas pérdidas, de reducir los costos de aprovechamiento incrementados por la utilización de apenas unas pocas especies, y de aumentar la producción del bosque, es necesario desarrollar procesos de transformación que permitan el uso de mezclas de maderas diferentes y en diferentes proporciones, e identificar las propiedades tanto de maderas utilizadas como sin uso y con base en esto último orientar su aprovechamiento hacia el uso especializado o hacia la sustitución de otras especies de alto valor.

Uno de los campos olvidados por el sector forestal de los países tropicales en desarrollo es el mercado de los productos forestales (39). Esta situación debe corregirse y al mismo tiempo rectificar la suposición aceptada por unos y otros de que los bosques tropicales constituyen una "reserva de celulosa" para el mundo industrializado. Este aspecto del mercadeo es muy amplio y ha estado hasta ahora en manos de los países desarrollados; sin embargo, algunos países en desarrollo han establecido comités de exportación de madera cuyas funciones incluyen la regulación del comercio de productos forestales y la promoción de especies no comerciales (13).

El desarrollo de mercados locales y regionales es una condición necesaria para el aprovechamiento efectivo de los bosques y para el abastecimiento eficiente de mercados de exportación. Los costos del transporte marítimo son altos y el control de las tarifas está en manos de los países desarrollados. Los países industrializados establecen no sólo los volúmenes de producción sino también el precio de los productos en los países en desarrollo, en detrimento de éstos. La falta de conocimiento del mercado para mezclas de especies tropicales contribuye a su escasa utilización (26).

Es urgente investigar las diferentes facetas del mercado de productos forestales, tales como canales de mercadeo, oferta y demanda de productos; exigencias de los consumidores; estabilización de precios; estrategias de mercado; estructura de las tarifas de transporte, y mejoramiento de los sistemas de transporte.

Una restricción incluso mayor en el desarrollo de grandes complejos industriales forestales, es la enorme inversión requerida en infraestructura asociada. Debe estudiarse en qué forma esta infraestructura puede ser utilizada para establecer otros proyectos relacionados, cómo podría hacerse una equitativa división de los costos entre ellos, y cuáles serían las técnicas de avalúo apropiadas.

Pulpa y papel

El consumo per cápita de papel en los países en desarrollo es en promedio menos del 1% del consumo de Estados Unidos, Suecia o Canadá. Con todo, el

gasto de divisas en la compra de papel constituye una pesada carga para las escasas reservas de la mayor parte de los países, de tal modo que éstos han dado alta prioridad en sus planes de desarrollo a la industria papelera. La mayoría tienen un problema con la composición de la mezcla de maderas duras tropicales, aunque estas maderas pueden ser pulpeadas para obtener muchas clases de papel.

Pese a que se han hecho muchos estudios de factibilidad, muy pocos molinos de papel han sido construidos hasta ahora. Solamente el 6% de la capacidad instalada de producción de papel está en los países en desarrollo (28). Ninguno de los molinos existentes utiliza la totalidad de las especies de maderas duras de los bosques tropicales. Los pocos que han tenido éxito utilizan ante todo maderas provenientes, en su mayor parte, de plantaciones de pino y eucalipto; los que usan maderas de los bosques naturales operan en áreas donde existen relativamente pocas especies y, aun así, muchas especies no aprovechables se quedan en el bosque.

No es económico el establecimiento de molinos de pulpa química para una producción inferior a las 250.000 toneladas anuales y esto supone una inversión de muchos cientos de millones de dólares. Las demandas locales a menudo cubren solamente una fracción de la producción de pulpa y el excedente debe ser vendido en el mercado mundial a bajo precio.

La mayoría de los países en desarrollo tiene demandas inferiores a 100.000 toneladas de papel al año. Una solución favorable sería la producción de pulpa termomecánica de plantaciones de árboles de fibra larga y la importación de la pulpa química que se requiera. Utilizando el máximo de pulpa mecánica y el mínimo de pulpa química en la mezcla, toda la demanda de papel periódico, de imprenta y de escribir, puede ser elaborada con ahorro de divisas del 75% o más. Otra alternativa es la construcción de molinos de pulpa química que abastezcan la demanda de varios países. Al menos en principio, esto puede hacer necesaria la protección de la región entera por un arancel externo.

Hay muchos ejemplos de productos agrícolas tales como bagazo, paja o tamo de arroz que pueden ser convertidos en pulpa y otros productos normalmente derivados de la madera, utilizando tecnologías de industria forestal. Esto debe considerarse cuidadosamente al programar la óptima utilización de los recursos.

Productos químicos azúcares y proteínas

La madera es una materia prima renovable, abundante y ecológicamente adaptable, de la cual es posible obtener, mediante técnicas apropiadas, la mayoría de las fibras plásticas sintéticas y caucho. "Con ciertos refinamientos de tecnología una gran planta integrada que utilice todos los componentes de la madera para la producción de etanol, fenoles y (furfural) podría ser económicamente factible a los mismos costos de industrias petroquímicas" (17).

Durante las dos guerras mundiales grandes plantas industriales convertían la madera, mediante hidrólisis, en azúcares comestibles y hacían levaduras de estos azúcares para producir alimento rico en proteínas para humanos y animales. Los costos de estos procesos no son competitivos con los de la caña de azúcar y la soya, pero ligeras mejoras en los procesos de transformación, o un alza repentina en el precio de los productos agrícolas, podrían justificar la transformación de madera en alimento para consumo humano y animal. Otra alterna-

tiva prometedora para abaratar este proceso parece ser la conversión de la madera en proteínas a través de la biodigestión por microorganismos.

Egon Glesinger, entonces Subdirector de la FAO, escribió en 1949 un libro que fue muy leído, titulado "The Coming Age of Wood" (El Futuro de la Madera). Sus predicciones se han cumplido ampliamente en los países desarrollados pero no así en los trópicos. Esta situación se ilustra mejor con la reciente comparación que establece la FAO entre exportaciones de madera de Finlandia y la República del Congo. Ambos países tienen áreas de bosques similares pero el Congo tiene un clima de mayor productividad. En 1973 el valor de los productos forestales exportados por Finlandia fue 60 veces mayor que el del Congo.

Productos diferentes de la madera

Generalmente, los principales productos de los árboles se derivan de su fibra en forma de trozos, madera aserrada, madera picada o rajada, o madera convertida en partículas o en pulpa. Sin embargo, cientos de productos se obtienen de otras partes del árbol. En algunos países tropicales las divisas provenientes de la fauna y de productos del bosque diferentes de la madera, pueden ser similares a las que se obtienen de la madera misma (36). En los bosques densos de Nigeria han sido identificadas 103 especies de las cuales se obtiene un excelente rendimiento de productos diferentes de la madera (37).

En esta categoría se incluyen los siguientes productos del bosque tropical: exudaciones, tales como gomas y latex; drogas; taninos; semillas comestibles y productoras de aceite; frutos comestibles; jugos de consumo local, tales como vino de palma y agua de coco; aceites esenciales; colorantes; y forraje como el que produce, por ejemplo el follaje de las acacias. Como producto similar desarrollado recientemente en la zona templada puede mencionarse la producción de alimento para animales (muka) mediante el secamiento al calor del follaje de árboles. En Rusia se ha tenido mucho éxito con esta producción (25), y conviene investigar su posible aplicación en los trópicos.

Desde luego, una industria muy importante es la producción de caucho en grandes plantaciones, pero se le conoce más como actividad agrícola que forestal. En los países en desarrollo no se ha establecido la modalidad de encomendar a las autoridades forestales o agrícolas el manejo de otros productos del bosque diferentes de la madera, como los mencionados. Esto se explica, en parte, por la falta de investigación sobre estos productos en el sector.

Es necesario que las instituciones de investigación forestal y agrícola se coordinen con el fin de no desperdiciar las posibilidades de ciertas especies solamente porque no han sido definidos claramente los campos de acción de estas dos disciplinas y las especies queden en una "tierra de nadie", pese a que su potencial para incrementar el bienestar en los países en desarrollo es substancial.

Flora y fauna

Además de contener diversas especies arbóreas, los bosques tropicales del mundo poseen una enorme variedad de animales y plantas no arbóreas. Ninguna otra comunidad ecológica importante tiene tan variadas y diferentes clases de organismos vivientes, aunque la mayor parte de las especies tienen una distribución amplia y una densidad muy baja de población (35).

Aunque nuestro conocimiento de las características y usos de las especies de árboles tropicales es muy incompleto, la información relacionada con las otras formas de vida del bosque tropical es todavía más escasa pese a su importancia ecológica y posibilidades de uso. Como ejemplo de los que *sí* se conocen, en una superficie de bosque húmedo tropical de 80.000 hectáreas entre Costa Rica y Panamá se encontraron de 500 a 600 especies de pájaros, o sea más de cuatro veces el número que se encuentra en todos los bosques de hoja ancha de la zona templada del Este Americano (35). Se estima que la cría de gamos en las regiones secas de Kenia puede producir seis veces más que la ganadería (en superficies iguales) y con mucho menor daño al medio ambiente (22). En Papua, Nueva Guinea, se obtiene del bosque gran número de huevos y cerdos salvajes.

Actualmente no se utilizan, en mayor o menor grado, gran cantidad de productos derivados de la fauna y de la flora menor de los bosques tropicales. Entre esta última se tienen: frutos comestibles, raíces y otras partes de las plantas, hongos, alimento y forraje para animales, perfumes colorantes, y otros extractivos, tales como el aceite de cidronella, que se extrae de la hierba que crece en los claros del bosque.

La mayor parte de las poblaciones humanas que viven en los bosques dependen completamente de la fauna mayor, tanto terrestre como acuática, para la obtención de alimento rico en proteína, y de las pieles. Los productos derivados de los insectos incluyen la resina de laca del Sudeste Asiático (principal in-

Producción de caucho en el bosque natural (Foto FAO).



grediente de la goma), y la miel que se obtiene de la gran cantidad de flores de los bosques tropicales de Asia y África. La miel y la cera, son probablemente los productos no maderables más importantes de gran parte de los bosques africanos.

Es indudable que una mayor investigación permitirá descubrir nuevos productos y ampliar considerablemente su utilización. Debe investigarse sobre el cultivo de las especies nativas y la posibilidad de introducir otras exóticas como, por ejemplo, plantas adecuadas para el cultivo del gusano de seda. Sin embargo, es importante considerar los peligros potenciales del uso de especies exóticas; ejemplo de estos peligros es el desarrollo occidental de abejas asesinas al cruzar la abeja africana con ejemplares suramericanos.

Muchas veces, tomados en conjunto, la gran diversidad de productos menores procedentes de plantas y animales constituyen el producto principal de las comunidades de los bosques tropicales. El fomento de estos productos puede constituir una buena medida para disminuir la migración rural hacia las áreas urbanas (36).

Usos indirectos del bosque

Ya se ha hecho referencia a varios de los efectos ecológicos "pasivos" del bosque tropical, tales como su gran influencia sobre la protección de suelos y aguas, su influencia (menos aceptada) sobre la atmósfera y el clima, su gran valor como reserva genética y su papel vital como medio indispensable para el desarrollo de muchas otras formas de vida. Además de esto, el bosque ha influido profundamente en el desarrollo social y cultural del hombre desde cuando éste era un habitante de la selva. Hoy en día, principalmente a través de la promoción del turismo, el bosque tropical empieza a tomar una nueva dimensión ecológica en la satisfacción de la necesidad creciente del hombre actual de dedicar su descanso a la recreación al aire libre y a la educación.

Esta otra posibilidad de uso, cada vez más extendida, del bosque tropical presenta un gran potencial para la economía de los países en desarrollo. Pero a medida que se incrementa la posibilidad de uso del bosque, se incrementan también los problemas relacionados con su manejo y conservación. El uso múltiple del bosque es realmente uno de los temas más importantes que se debaten hoy en día en las asambleas forestales de los países desarrollados y el aspecto de conciliar el uso directo con el uso indirecto del bosque (principalmente aprovechamiento de madera y recreación), debe ser considerado en forma ecuaníme por los países tropicales en desarrollo.

Sobre este aspecto ha habido muy poca investigación en los trópicos; no obstante las consecuencias potencialmente graves de trastornar los delicados mecanismos de equilibrio del ecosistema del bosque tropical por la extracción separada de sus múltiples recursos. Es necesario clasificar los suelos de acuerdo con su capacidad de uso óptimo y, al mismo tiempo, reservar áreas como bancos genéticos para otros propósitos científicos y culturales (34). Para lograr este empeño es necesario previamente aclarar muchos conceptos y realizar muchas investigaciones.

Obstáculos para el desarrollo del recurso

Es evidente que hay numerosos aspectos del uso de los recursos del bosque tropical sobre los cuales se requiere urgentemente mucha más información, si la población de los países en desarrollo va a orientar sus esfuerzos hacia la obtención del máximo beneficio potencial de sus bosques. Sin embargo, el nivel hasta el cual deban ser incrementadas la producción, la transformación y la venta de productos forestales, los métodos utilizables y el tiempo en el cual se pretenda alcanzar estos objetivos, están sujetos a ciertas limitantes. Estas limitantes están relacionadas principalmente con el estado actual de conocimiento (o falta de conocimiento) sobre las características del recurso forestal en general, con el estado de desarrollo sociológico e institucional, y con la forma más apropiada de convencer a los niveles decisorios de implantar prácticas adecuadas de manejo de estas grandes áreas. Estos son también campos en que se requiere mucha investigación adicional. A continuación se discuten algunas de las limitantes más importantes relacionadas con estos aspectos.

Consideraciones socioeconómicas

Desde el principio de la civilización, el hombre ha visto al bosque como poseedor de atributos sobrenaturales. Todavía el bosque significa para mucha gente la morada de los duendes o fantasmas. Algunas tribus entierran a sus muertos en los árboles, y los sagrados bosques amparan al granjero sencillo e inspiran a filósofos y poetas.

Otras culturas se han orientado hacia la destrucción cada vez mayor de la cobertura forestal. Este proceso parece haber condicionado la actitud del hombre en el sentido de creer que la destrucción de los bosques no sólo carece de consecuencias sino que por sí misma constituye un signo de progreso, de conquista de lo salvaje.

A través de los siglos, el hombre ha dedicado muchos esfuerzos a modificar los ecosistemas del bosque natural para producir alimento, vestido y vivienda, y

para proporcionar gran cantidad de diversiones y servicios. El uso más intensivo del bosque tropical es inevitable debido al rápido incremento de la población en las regiones tropicales y a la necesidad de elevar el nivel de vida de sus muchos habitantes de escasos recursos. La mayor presión para aumentar la utilización del bosque tropical se deriva del potencial económico de las grandes reservas de madera que contiene y del aparente (y a menudo equivocado) potencial agrícola del suelo que ocupa.

Aun en el caso de que la población nativa de los bosques quisiera mantener su sistema tradicional de vida, estos cambios aumentarán inevitablemente en el próximo cuarto de siglo y será muy difícil detenerlos ya que son estimulados por una presión económica y una escasez de recursos cada vez mayores.

La conciencia internacional ha levantado su voz de protesta en prevención de que esta enorme explotación del bosque tropical ocasione una tremenda pérdida de los valores humanos. Esta conciencia se refleja en las recomendaciones hechas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, celebrada en Estocolmo en 1972, en la prioridad que se ha dado a los ecosistemas de bosque tropical en el Programa Hombre y Biosfera, de la Unesco, y en la reciente serie de conferencias de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN, organizadas con miras a clarificar los delineamientos para el uso y el desarrollo de los bosques tropicales. Existe el peligro de que la obtención de beneficios económicos a corto plazo pueda ocasionar enormes desventajas a largo plazo, especialmente en lo relacionado con la población indígena de los bosques. Los intereses, aptitudes y deseos de los pueblos nativos, de los políticos nacionales o regionales, de los expertos científicos internacionales, de las compañías privadas y de los empresarios internacionales, no son los mismos. A menudo se ignoran las necesidades de los pueblos indígenas en aras del progreso.

Por lo tanto, al planificar y llevar a la práctica el establecimiento de nuevos sistemas de uso de la tierra, o al ampliar la superficie de otros sistemas ya existentes hacia las áreas de bosques tropicales, es importante considerar las consecuencias sociales y económicas que estos programas tendrán en la población nativa, la cual puede no desear cambiar su sistema de vida y rechazar los sistemas y costumbres del mundo "civilizado". Es posible que tengamos mucho que aprender sobre sistemas de vida de pueblos que se han adaptado por sí mismos al ecosistema del bosque tropical sin cambiar sustancialmente el medio ambiente. Su opinión debe ser tomada en cuenta dentro del proceso de adoptar decisiones que afecten el área en la cual han vivido por muchas generaciones.

Otro aspecto que merece atención es la salud de la población local. Hay evidencias de que muchos habitantes del bosque podrían sufrir choques de tipo cultural si la transición a un nuevo estilo de vida ocurre demasiado rápido. Más aun, la desaparición del bosque o su disminución puede causar la aparición de epidemias, como la malaria, a las cuales la población local tiene poca resistencia ya que no ha estado sujeta a ellas.

Muchos otros ejemplos podrían darse sobre factores que deben considerarse, por ejemplo, ¿qué impacto tendrían una mayor prosperidad y el cambio hacia un sistema de agricultura más intensiva sobre las interrelaciones entre familia y grupos tribales, sobre la estructura social de la comunidad local, y sobre las ceremonias religiosas que dependen del bosque y sus productos? ¿Qué tan fácilmente pueden ser asimilados los nuevos colonos? Habrá una mayor urbanización, y cuál será el costo de la infraestructura? ¿Qué parte del rendimiento económico estimulado por una mayor intensidad de uso de la tierra va hacia la población local y cómo lo empleará ésta?

Muchos países en desarrollo consideran el trabajo en los bosques como un paso degradante y regresivo, "volver al monte". Esta actitud a menudo se agrava por el bajo salario del personal de campo en comparación con los apetecibles empleos burocráticos, y por los obstáculos que oponen los burócratas a las iniciativas del personal de campo.

La tenencia de las tierras forestales, ya sean poseídas comunitariamente y redistribuidas cada cierto tiempo, o propiedad de un gobierno "ausente", afecta los buenos deseos de la gente de proteger el bosque y hacer inversiones substanciales a largo plazo en el desarrollo forestal. En países donde la gente debe hoy dedicar la mayor parte de sus energías a asegurar la alimentación del mañana, es muy difícil conservar y encauzar recursos para beneficio de las futuras generaciones.

El establecimiento de un sano manejo forestal y el desarrollo de las industrias que esto implica, no pueden ir a un ritmo mayor del que permita la actitud de la gente. En esta misma forma, los avances tecnológicos no pueden sobrepasar la capacidad de asimilación tecnológica de la población. Por ejemplo, puede ser conveniente reemplazar los machetes por hachas mejor diseñadas y sierras de mano antes de introducir motosierras.

Se requiere investigación sobre la naturaleza y motivación de las actitudes de la población hacia el bosque, sobre si existe o no necesidad de desarrollar una orientación más positiva de la humanidad hacia éste y el trabajo forestal; y de ser así, sobre cuál es la mejor manera de llevarlo a cabo.

Inventarios forestales y clasificación de la tierra

El conocimiento adecuado del potencial y la naturaleza de cualquier recurso constituye requisito básico para su correcto manejo. A este respecto los bosques tropicales están en una posición especialmente débil. Apenas un 10% de su área total ha sido inventariada y la mayoría de los muestreos existentes dan una información inadecuada (13), debido ante todo a que las especies sin valor comercial actual son generalmente excluidas. Este es, sin embargo, un estimativo global; la magnitud del inventario del bosque tropical varía ampliamente de una región a otra. En Africa, por ejemplo la cifra es superior al 10%.

Cada vez existe un mayor énfasis en la necesidad de que los inventarios de los bosques tropicales incluyan datos sobre el uso de la tierra y otros aspectos de importancia, tales como estimativos sobre la densidad de población, extensión y naturaleza de la agricultura migratoria y duración del período de reposo, distribución de las especies que producen alimentos, y accesibilidad de los bosques en relación con los centros de población (38).

De mayor importancia para los propósitos de desarrollo múltiple del recurso es la clasificación de la tierra de acuerdo con su capacidad de uso potencial (por ejemplo: agricultura, silvicultura, vida silvestre, y recreación). Únicamente sobre estas bases puede hacerse una distribución óptima de la tierra de acuerdo con los planes de desarrollo de los recursos (34). Es muy importante que en las lentas decisiones políticas para determinar el uso de la tierra, la información sobre su capacidad de uso sea sopesada con otros factores sociales y económicos a los que generalmente se concede mayor importancia, siendo a veces los únicos que se toman en cuenta. Las investigaciones sobre el uso y la capacidad de uso de la tierra, que son altamente complejas e involucran muchas disciplinas científicas, se encuentran en el trópico más atrasadas todavía que los mismos inventarios forestales.

Recientemente se han hecho importantes adelantos tanto en la precisión como en la reducción de los costos de los inventarios forestales y de las investigaciones sobre el uso actual y potencial del suelo; en estos adelantos las nuevas técnicas de sensores remotos juegan un papel cada vez más importante. En este aspecto la tecnología ha avanzado enormemente, pero aun se necesita mayor investigación sobre la forma de adaptarla a las condiciones tropicales donde es mucho más difícil establecer diferencias entre los tipos de bosque. Cualquier sistema de clasificación necesita, para ser efectivo, de simplicidad y de instrumentos sencillos en el campo. Las instituciones locales de investigación normalmente están mejor calificadas para conducir investigaciones que requieran competencia en áreas específicas.

Efectos ecológicos del manejo forestal

No ha sido posible tratar este tema a fondo, debido principalmente a que se necesita:

1. mucha mayor información relacionada con las influencias del bosque sobre los otros elementos del ecosistema tropical y las interacciones entre éstos, tanto en el bosque natural intervenido como en el no intervenido;
2. todavía más investigación y observación sobre lo que ocurre cuando se cortan los bosques tropicales o se les interviene en cualquier otra forma, incluyendo el efecto sobre las características socioculturales y de la conducta humana (55);

Forestación para controlar la erosión (Foto FAO).



3. estudios sobre la capacidad del bosque para restablecer el deterioro ya causado a los ecosistemas tropicales, como por ejemplo la fijación de dunas (23) y especialmente con respecto a la forma de detener el avance de las áreas áridas y desérticas.

Obviamente, tanto el desarrollo no planificado como la ejecución de planes de desarrollo de los recursos que impliquen cambios en la cobertura forestal, sin considerar todas sus consecuencias, pueden conducir a resultados potencialmente desastrosos y muy graves.

Estado actual del desarrollo institucional y su acción

Las facilidades y ayudas que los gobiernos y las instituciones de enseñanza e investigación puedan proveer afectarán grandemente la rapidez con la cual los recursos forestales nacionales pueden ser desarrollados para beneficio máximo de la población. En igual forma, su desarrollo exitoso depende del grado en que estas facilidades y servicios puedan influir en los niveles decisorios para que los resultados de la investigación se utilicen en la práctica.

Los principales elementos de este complejo institucional requieren cuidadosa evaluación.

Política forestal

La evolución hacia una correcta política forestal es un proceso esencial pero lento, costoso, laborioso y de escaso rendimiento en términos de popularidad política. Históricamente, las políticas forestales han sido orientadas fundamentalmente hacia la protección de los bosques contra su destrucción. En el trópico, donde la tierra es una limitante y un recurso de múltiple utilización, las políticas deben orientarse a asegurar que la tierra se utilice en la mejor forma posible de acuerdo con los intereses de la población (52).

La formulación de una legislación básica en la cual la política forestal tenga su expresión, es un aspecto de primordial importancia. En la mayoría de los países en desarrollo las leyes actuales son inadecuadas y carecen de uniformidad; un ajuste adecuado de esta legislación requiere investigación especializada en muchos campos (39).

Administración forestal

Un grave problema en muchos países es la incapacidad del personal administrativo para poner en práctica la legislación forestal, si es que ésta existe. Como se dijo antes, el objetivo debe ser tratar de convencer a la población de que el cumplimiento de la ley redunda en su propio beneficio, en lugar de la imposición rígida de sanciones. Por otra parte, excelentes ideas para el mejoramiento del sector forestal a menudo fracasan por ineficiencia administrativa, o porque los forestales no desean o son incapaces de trabajar en coordinación con otro tipo de especialistas. Se requiere investigación para asegurar una organización, estructura, dirección, financiación y apoyo adecuados para los servicios forestales y otras autoridades forestales (39), y desarrollar una coordinación multidisciplinaria.

Educación y entrenamiento forestal

En los países en desarrollo el salario del personal forestal es a menudo más bajo que el de otros profesionales, lo que atrae a muy pocas personas. La falta de personal forestal suficientemente entrenado a todos los niveles (profesional, técnico y vocacional) impide la introducción de tecnologías ya conocidas y el descubrimiento de otras nuevas y más adecuadas para las condiciones tropicales. Se requiere urgentemente la contribución y evaluación de las estructuras educativas, la adecuación de programas, y la orientación final de los estudiantes a todos los niveles (39). El entrenamiento debe ser regionalizado y estrechamente coordinado con las necesidades operativas y las actividades de investigación (49). Muchos de los países en desarrollo simplemente han adoptado los sistemas educativos de los países desarrollados, aunque estos puedan ser completamente inadecuados y requieran un gasto aun mayor que el establecimiento de una estructura autóctona de educación más acorde a sus necesidades.

Investigación forestal

Miles de científicos en cientos de instituciones de todo el mundo trabajan sin descanso para incrementar los beneficios económicos y sociales del bosque. En muchas ocasiones la prioridad de los proyectos de investigación es determinada por las preferencias personales, las prioridades locales o la especialidad de los investigadores a pesar de existir una enorme cantidad de problemas sin solución.

La organización de la investigación forestal está bloqueada por muchas dificultades, especialmente en los trópicos (51). De extrema importancia es concentrarse en investigaciones prioritarias y de mayor impacto cuyos resultados puedan ser realmente aplicados. Entre los factores que deben tomarse en cuenta se incluyen el tiempo estimado para alcanzar resultados, el alcance y el tiempo de los resultados, y los problemas que puedan presentarse para ponerlos en práctica. Al igual que en el caso de la educación, un programa internacional de investigación, coordinado por regiones ecológicas, parece ser lo más indicado (24), y por tanto merece cuidadoso estudio. Existe la necesidad urgente de integrar la investigación y el entrenamiento, silvicultural y agrícola, si se toma en cuenta la enorme importancia de la producción combinada de árboles y alimento en los trópicos, y la similitud de la mayoría de los conocimientos básicos de los cuales depende esta producción.

Un problema grave (pero no exclusivo de los países en desarrollo) es la falta de comunicación entre los mismos investigadores, y entre ellos y quienes deben poner en práctica los resultados de sus investigaciones. De particular importancia es la falta de manuales actualizados sobre el manejo de bosques tropicales. Es esencial que la escasa y descoordinada información sobre la investigación (presente y futura) sea recopilada y difundida en forma apropiada a todos aquellos a quienes interesa: científicos, técnicos, personas de poder decisorio y el público. Asimismo, los programas de investigación deben estar estrechamente integrados con los proyectos de desarrollo como una forma de asegurar que estarán orientados de acuerdo con las necesidades nacionales (24).

Aplicación de los nuevos conocimientos en el campo

Se estima que en la mayoría de los países en desarrollo apenas la mitad del conocimiento adquirido es utilizado en el campo (6); sin embargo, algunos países han desarrollado métodos para aplicar rápida y efectivamente los resultados de la investigación.

Probablemente el beneficio más rápido para la población de los países en desarrollo resultaría de investigar en qué forma poner en práctica el conocimiento existente. Esto es particularmente cierto con respecto a la integración de la agricultura y la silvicultura (32). La mayoría de los países en desarrollo carece de servicios eficientes de extensión agrícola y en el campo forestal prácticamente ni existen (24). Si se desarrolla apropiadamente un servicio de extensión éste podría desempeñar un papel clave en la transferencia del conocimiento existente tanto al personal de campo, como a nivel de los profesionales, técnicos y agricultores.

Necesidades y prioridades investigativas

El futuro de los bosques tropicales se ha convertido en algo de capital importancia. El papel de los árboles en la protección y mejoramiento del medio ambiente es hoy generalmente reconocido, y la población ha llegado a tener conciencia del enorme valor económico, la falta de productividad, y la posibilidad de renovación de una amplia gama de productos forestales. El trabajo forestal es una manera productiva de ahorrar los excedentes de mano de obra para períodos difíciles y para las futuras generaciones. “La interdependencia de la silvicultura y la agricultura ha sido reconocida como base ecológicamente sólida para mantener la producción de alimentos en el trópico” (38).

Teniendo en cuenta lo anterior y los términos de referencia del estudio, nuestro objetivo ha sido doble: en primer término, ha querido identificar nuevas iniciativas en la investigación de la silvicultura tropical que puedan conducir a un mejoramiento significativo en las condiciones de vida y el progreso de la población rural y que puedan ser realizadas dentro de un período de cinco años; y en segundo lugar, esquematizar las características de la estructura de investigación que parezca más apropiada para llevar a cabo este propósito.

Al reseñar el potencial del bosque tropical, se han identificado 23 áreas-problema como las de mayor importancia. Estas áreas están enumeradas en el primer recuadro sin orden de prioridades. La importancia de cada una de estas áreas-problema ha sido evaluada de acuerdo con criterios establecidos mediante consulta con niveles decisorios que han trabajado durante largo tiempo con recursos naturales en diferentes partes del mundo en desarrollo (ver segundo recuadro para los criterios utilizados).

Teniendo en cuenta que en el trópico los árboles pueden crecer en bosques naturales, en bosques artificiales o como parte de sistemas combinados de agricultura, es conveniente discutir las prioridades y posibilidades de una investigación efectiva en cada una de estas tres áreas centrales.

Áreas problema en silvicultura tropical

1. Métodos de inventario forestal.
2. Clasificación de áreas forestales tropicales de acuerdo con su aptitud óptima de uso.
3. Influencias del bosque (manejo de aguas, conservación de suelos, etc.).
4. Efecto de diversas prácticas de manejo y cultivo de bosques sobre el ecosistema (suelos, agua, fauna, etc.), y uso posterior del suelo.
5. Sistemas silviculturales: a) silvicultura de mini-rotación; b) regeneración natural versus regeneración artificial.
6. Protección del bosque contra incendios, plagas y enfermedades.
7. Sistemas combinados de producción de bosques con cultivos anuales, ganadería y/o pesca: a) en los trópicos húmedos; b) en el cinturón de sabana.
8. Restablecimiento de la vegetación en áreas semi-áridas y protección contra el sobrepastoreo.
9. Cruce y mejoramiento genético de especies forestales.
10. Identificación de especies forestales con potencial productivo subutilizado.
11. Aprovechamiento forestal y sistemas de transporte.
12. La madera como fuente de energía, de alimento humano y animal, y de productos químicos.
13. Utilización de mezclas de maderas duras tropicales poco conocidas.
14. Productos forestales diferentes de la madera.
15. Tecnologías apropiadas para las industrias forestales de los países en desarrollo.
16. Mercadeo y promoción de productos forestales.
17. Influencia de los bosques sobre el medio ambiente, la recreación, el turismo, la pesca, y la fauna.
18. Política forestal.
19. Administración forestal.
20. Organización de la educación y la capacitación.
21. Actitudes humanas hacia los bosques.
22. Organización de la investigación forestal.
23. Aplicación de los resultados de la investigación.

Nuestros términos de referencia han incluido solamente la identificación de los principales vacíos en investigación forestal pero no el establecimiento de prioridades dentro de éstos. Este aspecto tendría valor muy relativo debido a que las prioridades de investigación varían ampliamente de acuerdo con las condiciones geográficas, ecológicas, económicas y sociales. Más aun este proceso de clasificación es altamente subjetivo y se ve inevitablemente interferido por la experiencia y la especialidad de las personas que lo llevan a cabo.

El bosque natural

A menudo se considera el bosque heterogéneo natural como una reserva para cubrir las necesidades de abastecimiento de madera de los países de la zona templada. La investigación de los bosques tropicales, en su mayor parte subvencionada y dirigida por expertos extranjeros, se enfoca principalmente a incrementar la proporción de madera para exportación. Varias entidades de investigación están tratando de desarrollar técnicas que permitan el uso de una gran cantidad de especies tropicales en la elaboración de papel, paneles y estructuras de madera, y para agrupar algunas de estas especies de acuerdo con su aptitud para ser empleadas en los mismos usos. Grandes progresos se han logrado hasta el presente: de 1968 a 1974 se ha triplicado el valor de los productos forestales exportados de los trópicos y se prevé un incremento mayor (14). Actualmente,

Criterios utilizados en el establecimiento de prioridades

1. ¿Cuál es la importancia potencial de la investigación propuesta en términos de su contribución al bienestar socioeconómico y ambiental de la gente en los trópicos, especialmente en cuanto a la disminución de la migración a las ciudades y áreas de colonización?
2. ¿Qué tan amplia es la cobertura de la investigación propuesta en términos de geografía, y de la cantidad de personas afectadas?
3. ¿Hasta qué punto se siente en la región la necesidad por la investigación propuesta?
4. ¿Hasta qué punto está siendo descuidada o descoordinada esta investigación en la actualidad?
5. ¿Hasta qué punto los conocimientos disponibles están adecuadamente organizados y divulgados?
6. ¿Hasta qué punto se presta para formular un proyecto o proyectos que se concentren en la solución del problema?
7. ¿Existen instalaciones adecuadas y personal calificado disponible en las instituciones internacionales (o nacionales) existentes para: a) llevar a cabo la investigación; b) aplicar los resultados?
8. Si no están disponibles, ¿qué tan pronto se pueden suministrar las instalaciones y capacitar el personal?
9. ¿Se dispone de tecnologías fácilmente transferibles al ambiente cultural de las poblaciones?
10. ¿Es realista el período a partir del cual la investigación empieza a producir resultados en términos del objetivo deseado, por ejemplo un lapso de 5 - 10 años para obtener beneficios substanciales de la aplicación de los resultados de la investigación?
11. ¿Qué tan importante es la investigación (en contraste con la aplicación del conocimiento existente) en la solución del problema?
12. ¿Afectarán adversamente a otros recursos los resultados investigativos?

el 10% de las especies de los bosques tropicales (en promedio) son comerciales para madera industrial, y se estima que el 30% será utilizable hacia el año 2000.

Las intervenciones en los bosques, ya sea por el hombre, los animales o los eventos naturales, cambian su naturaleza y estos cambios no son completamente predecibles. Con raras excepciones, todavía no sabemos cómo incrementar la proporción de las pocas especies comerciales mediante el manejo del bosque natural en los trópicos húmedos. Antes de resolver todas las incógnitas y desarrollar sistemas efectivos de manejo, es necesario conocer mucho más acerca del ciclo de nutrientes, la microfauna y la flora del suelo, los procesos de fotosíntesis en las selvas heterogéneas, la fisiología de las semillas, etc. La UNESCO a través de su Programa de Hombre y Biosfera y otras instituciones, apoya investigaciones que indudablemente conducirán a un mejor entendimiento de los procesos extremadamente complejos del bosque tropical. No ha podido establecerse actualmente la tasa de progreso de estos adelantos pero hay indicios de que su progreso será lento.

Una dificultad mayor que la de comprender y manejar los procesos biológicos del bosque tropical, es la de cambiar la actitud que prevalece en la población. La propiedad privada de la tierra es un concepto extraño en la mayor parte del mundo en desarrollo. La tenencia es a menudo temporal. La tierra de propiedad comunal (tribal) es regularmente redistribuida, asegurando un tratamiento equitativo para todos y evitando que alguno llegue a hacerse demasiado poderoso. Algunos bosques son controlados por el Estado pero este control es más teó-

rico que efectivo. Funcionarios forestales se encargan de vigilarlo en forma deficiente y poco exitosa. Tan pronto como el bosque llega a ser accesible, lo cual ocurre cada vez que una nueva vía de penetración es construida, los colonos invaden el área para practicar una agricultura de tala y quema. Ningún poder en el mundo podría impedir la entrada de este campesino sin tierra. La reforma agraria, el sistema Taungya de reforestación, y otras formas de proporcionar tierra al campesino, son soluciones temporales en un mundo en donde la población se incrementa a un ritmo de 80 millones de habitantes por año.

Exceptuando quizás situaciones muy especiales, como la protección de las reservas de agua o las pendientes demasiado fuertes, el futuro de los bosques naturales que ocupan grandes áreas y son manejados con el propósito de mantener un rendimiento sostenido, es incierto en los trópicos.

El bosque artificial

El concepto que se tiene en las zonas templadas sobre el bosque como fuente de grandes volúmenes de madera homogénea para la industria y como combustible se cumple más efectivamente en el ambiente tropical mediante el establecimiento de bosques artificiales de una o unas pocas especies de árboles. Una producción de 10 a 30 toneladas (peso seco) de madera por hectárea y por año, que equivale a cerca de tres a diez veces la cantidad que crece en los bosques naturales, es sostenible pero no se sabe por cuánto tiempo. La vegetación tropical se caracteriza por una enorme variedad de especies vivas en permanente cambio, especialmente en los bosques húmedos. Los monocultivos no son una forma natural de vida dentro de la vegetación tropical. Las técnicas desarrolladas para la producción de los principales cultivos agrícolas tales como trigo, algodón y yuca pueden ser adaptables a los monocultivos de árboles, pero es necesario considerar que aunque se está obteniendo un crecimiento exitoso de los árboles, todavía toma de cinco a veinte años más para que el bosque alcance un tamaño comercial. Este lapso incrementa enormemente los riesgos; y los efectos a largo plazo de los bosques artificiales y del medio-ambiente local son en esencia desconocidos. No obstante, en varias regiones del trópico se han cosechado con éxito dos o tres rotaciones de monocultivo de árboles.

Las instituciones nacionales e internacionales y la industria privada invierten grandes sumas de dinero en el establecimiento de plantaciones y en investigaciones para identificar y seleccionar especies arbóreas prometedoras y para desarrollar técnicas mejoradas de plantación, manejo protección, aprovechamiento y utilización de la madera. Pese a ello, se estima que actualmente menos del 1% de los bosques tropicales son artificiales, y se considera que por el alto costo de la inversión para establecerlos y el alto riesgo ecológico que presentan, es improbable que hacia el año 2000 los bosques artificiales lleguen a constituir más del 2% del área total del bosque tropical.

Agrosilvicultura

Para efectos de este estudio se define agrosilvicultura como el sistema de producción que combina el cultivo de árboles con cultivos agrícolas y/o pastoreo de animales, ya sea simultáneamente o en secuencia, y emplea prácticas compatibles con los valores culturales de la población local.

Los árboles son la vegetación natural dominante en la mayor parte del tró-



La agrosilvicultura mejora el uso de la tierra en los trópicos (Foto FAO).

pico y, salvo algunas excepciones, esto debe continuar si se pretende utilizar el suelo para mayor beneficio del hombre. Solamente el 11% de la tierra es suficientemente plana para ser trabajada por el arado (1); una cuarta parte de la superficie de la tierra es demasiado estéril para producir rendimiento alguno; pero el resto, que comprende más de la mitad de toda el área del trópico, aunque sea demasiado seca, demasiado pendiente, o demasiado rocosa para ser catalogada como tierra arable, puede albergar bosques solos o en combinación de cultivos agrícolas y/o animales.

Por lo general, en la mayor parte de las zonas tropicales, el cultivo combinado de árboles y productos agrícolas produce el mejor resultado. A todo lo largo de su historia, el hombre ha dependido de los árboles para su alimentación y la de los animales, y para mantener la productividad de la tierra. En el trópico muy húmedo los árboles constituyen el uso más productivo debido a que emplean pocos nutrientes del suelo. En áreas extremadamente secas, árboles de raíces profundas como *Prosopis* (algarrobo), *Ceratonia*, y *Anacardium* (marañón), pueden dar grandes cosechas de alimentos nutritivos donde ninguna otra especie podría prosperar. Entre estas diferencias extremas de clima, los bosques, los cultivos agrícolas, y la cría de animales, pueden ser inteligentemente combinados para aprovechar las condiciones favorables a la producción y ser menos afectadas por los problemas tropicales, sean éstos biológicos, sociales o económicos.

La tierra es un recurso escaso y esta escasez se va agudizando a medida que se incrementa la población. Se requieren 2 ó 3 kms² de bosque húmedo tropical no manejado para alimentar a un ser humano. De acuerdo con los estimativos realizados hasta ahora, una superficie de 1 km² en agricultura migratoria produciría alimento suficiente para 30 a 50 personas. Un área igual de campos de arroz inundado alimentaría a 700 personas.

Uno de los objetivos de la agricultura es "domesticar" y mejorar la agricultura migratoria con el fin de maximizar la producción sostenida en tierra menos productiva, ya sea que los productos sirvan como alimento de humanos o animales, leña, material de construcción o productos que puedan comercializarse. Otro aspecto es obtener cosechas en áreas hasta ahora improductivas.

La tendencia en la producción de alimentos, en los últimos cien años, se ha dirigido al incremento de la especialización de la producción. En esta forma, la silvicultura y la producción de alimentos han ido tan separadas que el estudio de árboles cuyo uso principal no es la producción de madera o leña, o el de árboles que tienen posibilidades de uso múltiple, como el caucho, se consideran materia de otras disciplinas.

Hasta hace poco las bodegas de los países industrializados estaban colmadas con la superproducción de granos. Había demasiados fertilizantes y grandes recursos energéticos, y la investigación se enfocaba principalmente hacia el incremento de las exportaciones de productos tropicales tales como café y cacao. El forestal del trópico estaba orientado hacia la conservación y la producción de madera, y el agricultor de "tala y quema" llegó a ser su enemigo número uno.

Todo esto ha cambiado ahora; el autoabastecimiento de alimentos se ha constituido en el papel más importante de los bosques, y ampliar la producción de alimento del 25% al 75% de las tierras tropicales se ha convertido en un asunto de gran importancia. Pero la capacidad de los bosques para producir grandes cantidades de alimento (para humanos o animales) y muchos otros productos, en tierras marginales o bajo condiciones extremas de clima, sin poner en peligro el medio ambiente, no ha sido completamente reconocida.

Se requiere una estrecha cooperación entre agrónomos y forestales para utilizar los bosques en combinación efectiva con otros productos agrícolas o pecuarios. La educación forestal en el trópico debe incluir todos los productos obtenidos de los árboles. Una visión más amplia del potencial de los bosques debe incorporar además las investigaciones sobre cómo agruparlos para la obtención de diferentes productos, aspecto que debe abarcar desde la jungla legendaria e impenetrable hasta los bosques ampliamente espaciados de las sabanas para aprovecharlos con cultivos intercalados o pastoreo.

En muchas partes del mundo puede encontrarse información abundante sobre los árboles y su interacción con la agricultura y la ganadería. Aunque alguna de esta información se encuentra bien documentada y cuidadosamente almacenada, hay otra que debe ser recolectada en el campo y verificada.

La evidencia indica que en tiempos pasados los árboles fueron utilizados en combinación con la agricultura y la ganadería, pero la mayor parte de este conocimiento ha sido olvidado, por ello el estudio de la historia conducirá a importantes alternativas.

La información recopilada tendrá que ser ensayada en diferentes suelos y zonas ecológicas y difundida entre los niveles decisorios, los técnicos y los expertos, así como enseñada a los agricultores. Estos deberán ser entrenados para adaptar los nuevos conocimientos a sus propias condiciones.

La reconstrucción y verificación de las prácticas actuales revelará importantes vacíos en el conocimiento y en las oportunidades de mejoramiento de estos sistemas. La investigación necesaria para obtener este nuevo conocimiento deberá ser compendiada por los organismos nacionales e internacionales apropiados. Algunos de los institutos de investigación agrícola, encontrarán que pueden cumplir mejor sus objetivos incluyendo la vegetación arbórea entre sus temas. Por ejemplo, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Colombia, podría seguramente aumentar la producción de carne en los llanos de América Latina mediante la plantación de árboles que subsistan en suelos ácidos. Estos aportarían abono orgánico a los pastos en forma de desperdicios de las hojas, y producirían follaje para alimento complementario del ganado. Asimismo, los árboles proporcionarían sombra para el ganado, protegerían la tierra de la erosión eólica e hídrica, disminuirían la desecación por el viento, y producirían además combustible, postes para cercas y frutos.

El Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), en Nigeria, después de experimentar durante años con la protección con basura del suelo desnudo entre cosechas agrícolas, ha concluido que con árboles esto puede hacerse mucho mejor. El profesor Bede H. Okigbo, Director Asistente del Programa de Sistemas de Cultivo, no sólo está interesado en el restablecimiento de árboles para proteger el suelo en las granjas, sino que investiga sobre árboles que puedan incrementar la fertilidad del suelo y suplementar el alimento humano y de animales producido por los cultivos agrícolas.

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, en Turrialba, Costa Rica) se ha propuesto combinar los esfuerzos de sus departamentos de agricultura, ganadería y silvicultura con el fin de averiguar cómo optimizar la producción en las pequeñas granjas de lugares montañosos con fuerte precipitación.

El Instituto Internacional de Investigaciones sobre Cultivos para los Trópicos Semi-Aridos (ICRISAT), de India, puede investigar sobre los árboles que deben ser plantados para obtener alimento animal y leña en las áreas

semi-áridas. Se estima que en la actualidad el 75% del estiércol de vaca se quema como combustible en lugar de ser utilizado para mejorar la fertilidad del suelo.

Otras instituciones nacionales e internacionales tienen capacidad e interés para contribuir a llenar los vacíos de conocimiento sobre los sistemas combinados de producción en diferentes zonas ecológicas, pues ninguna puede encontrar ella sola todas las respuestas en un solo sitio, ni las ventajas de los sistemas combinados de producción se circunscriben a los trópicos. Por ejemplo, en Canadá se estudia actualmente el cultivo de álamos con productos agrícolas como papa, nabos, calabaza, y trébol (31).

Los bosques naturales del trópico constituyen una enorme reserva de recursos genéticos valiosos. Las especies cuyo potencial se considere subutilizado deben ser identificadas, ensayadas en zonas ecológicas diferentes, mejoradas cuando sea necesario, e introducidas, "donde sean económicamente viables, social y culturalmente aceptables, y adaptadas a los medios y alcances del pequeño agricultor" (30). Existe la necesidad urgente de llevar a cabo este tipo de investigaciones ya que en algunas regiones los ecosistemas naturales, donde existen estas fuentes genéticas, están desapareciendo rápidamente.

Raras veces el esfuerzo mundial para mejorar la utilización de fibras maderables ha sido equiparado por el de los productos forestales no maderables. Ha habido unas pocas excepciones como los latex de árboles caucheros, pero las gomas, cortezas, especies, frutos y otros productos forestales llamados "menores" muy pocas veces han recibido la atención que merecen. Como paso inicial se recomienda identificar los productos de potencial significativo, tanto económico como social, e investigar sistemáticamente su manejo, aprovechamiento, procesamiento y distribución de productos. Posteriormente, los resultados deben ser objeto de amplia divulgación y demostración.

Beneficios sociales y económicos de la investigación

En muchos lugares del trópico se ha demostrado ampliamente la posibilidad de incrementar la producción total mediante la combinación de bosques con cultivos agrícolas y ganadería, y existen evidencias de que la agrosilvicultura también podría ser introducida en grandes extensiones de tierra improductiva donde no se puede desarrollar actualmente la sola agricultura. Se requiere de la investigación sistemática para encontrar las combinaciones apropiadas de vegetación para las diferentes zonas climáticas y condiciones de suelos, y diseñar prácticas que sean aceptadas por la población local.

Existe la creencia errónea de que los árboles toman mucho tiempo en alcanzar un tamaño comercial o empezar a producir frutos. La especie *Leucaena* produce vainas ocho meses después de sembrada y a los tres años produce buena madera de pulpa. En Brasil, especies de eucalyptus de cinco años son el principal soporte de la industria forestal. Algunas especies de *Prosopis* producirán frutos a los dos años, y muchos otros árboles tropicales comienzan a dar frutos, semillas o vainas a los tres o cuatro años y continúan produciendo después durante largo tiempo. Muchos de ellos tienen hojas que constituyen un valioso abono vegetal y un nutritivo alimento, y algunos son usados como legumbres por la población local. Todos los árboles pueden utilizarse como combustible y a menudo son un excelente material de construcción luego de completar su ciclo de producción de frutos.

Aunque se han publicado algunos datos sobre la interacción de bosques, cultivos y ganadería, la mayoría son demasiado vagos y poco confiables para llegar a conclusiones, excepto que los árboles pueden adaptarse a una gama muy amplia de medios y producir cosechas valiosas. Los siguientes son, sin embargo, ejemplos verificados que ilustran lo que puede obtenerse:

1. La especie *Leucaena* puede crecer en el trópico desde el nivel del mar hasta los 1.550 m. de altura cuando la precipitación es de 500 mm. a 5.000 mm., y se desempeña en gran variedad de suelos, excepto los ácidos. Si las hojas se cortan cada seis u ocho semanas hasta 10 cm. del nivel del suelo, se pueden recoger 90 t/ha/año de pienso verde para animales, lo que equivale a 23 toneladas de heno que contenga 26% de proteínas. Si se usan como abono vegetal, las hojas de una hectárea proveerán al suelo 600 kg. de nitrógeno, 500 kg. de potasio, y 200 kg. de fósforo, al año. Si se maneja para la producción de madera para pulpa o combustible, una hectárea de bosque de *Leucaena* producirá al año 33 m³ de madera de 0,73 de gravedad específica (2).
2. Las bayas del *Prosopis chilensis* (algarrobo) fueron utilizadas desde la época precolombina como alimento humano y animal y aún hoy día su empleo está muy difundido en suelos arenosos o rocosos con baja precipitación (250 mm. a 1.250 mm. anuales). La tasa anual de producción de legumbres es de cuatro o más toneladas por hectárea. Ellas contienen 9% de proteína; 47% de extracto libre de nitrógeno; 0.6% de grasa; y 25% de fibra cruda (53). Su poder alimenticio se compara favorablemente con la cebada. Trituradas como harina se convierten en alimento nutritivo que puede almacenarse durante largo tiempo y comerse crudo. En regiones donde la gente tiene que gastar la cuarta parte de su ingreso diario en combustible para cocinar una comida caliente al día, es conveniente notar que las nueces y las bayas comestibles no necesitan cocción.
3. El *Prosopis tamarugo* (tamarugo) crece en suelos desérticos salinos donde llueve menos de 100 mm. anuales o pueden pasar muchos años sin lluvia alguna. Los árboles aprovechan la humedad del rocío nublado y las raíces buscan agua varios metros bajo la superficie del suelo. Una vez la plantación está bien establecida, las hojas y las bayas pueden alimentar ovejas y cabras en forma comparable a la de otras pasturas de calidad en el resto del mundo (10-20 animales por hectárea) (28).
4. La *ceratonia siliqua*, un árbol leguminoso, produce la algarroba. Su desempeño es bueno en suelos secos, pobres, rocosos, ricos en calcio y potasio, y es altamente resistente a la sequía. Los árboles empiezan a fructificar a los tres años de sembrados y tienen una vida productiva de 100 años o más. Un solo árbol puede producir 500 kilos de bayas al año. Las bayas secas contienen 5% de proteína, 86% de extracto libre de nitrógeno, 0,5% de grasas, y 6% de fibra cruda, y pueden comerse crudas, molidas o mezcladas con otros alimentos, o servir para comida animal (50).
5. Las especies de *Parkia* crecen muy bien en las áreas húmedas de Asia y África. Su fruto llamado también African locust beans, contiene 26% de proteínas, 50% de carbohidratos, y 10% de grasas. Se utilizan como alimento humano y animal. Las hojas proveen un forraje muy útil (5).
6. Las plantaciones bien espaciadas de *Alnus jorullensis* (Aliso) en zonas

altas de pastos (2.000 a 3.000 m.) en los trópicos han aumentado en ocho veces la producción de forraje en América Latina, y además han producido, en turnos de 20 años, 10 m³/ha/año de madera para combustible y uso industrial.

7. En Filipinas más de dos millones de hectáreas se utilizan exclusivamente para el cultivo de coco. Plantaciones intercaladas o con pastoreo han tenido éxito en varias islas del Pacífico Sur y la India. Si se adaptan las prácticas desarrolladas en otros lugares a las condiciones locales específicas, no debe ser difícil introducir sistemas de producción combinada para la mayor parte de las regiones productoras de coco.

Existe también la inmensa posibilidad de extender los sistemas combinados de producción a regiones en las cuales el establecimiento de cultivos agrícolas es menos factible. Conviene recordar que las frutas, nueces y legumbres han sido siempre parte de la dieta alimenticia de las poblaciones nativas, y que sólo muy recientemente han sido reemplazados por cereales foráneos.

Se estima que más de 200 millones de personas distribuidas en 3,5 billones de hectáreas de los trópicos derivan la mayor parte de su alimentación de la agricultura migratoria (29). Bajo la presión del constante aumento de la población, el alimento que se obtiene durante el período cada vez más breve de barbecho es cada vez más escaso, convirtiéndose este período en un desperdicio de tierra. No hay razón para creer que una cosecha comercial de madera no puede crecer en menos de 10 años para reemplazar el barbecho mientras se recupera la fertilidad del suelo. Mediante el uso de tecnologías conocidas para la producción alterna de árboles y cultivos en los trópicos húmedos, la producción de granos y tubérculos puede aumentarse cuatro veces, y la madera 10 veces sobre la tasa actual. Mediante un modelo hipotético basado en las condiciones de tierra alta en Nigeria, Grinnell (19) demostró también que podrían resultar beneficios económicos substanciales de plantaciones forestales en tierras que de otro modo estarían inactivas durante el intervalo entre ciertos cultivos agrícolas (véase cuadro).

Producción de granos, raíces y madera en cultivos sucesivos durante un ciclo de 10 años en Nigeria. Tres cosechas de maíz, una de yuca, una de ñames y aprovechamiento de árboles de *Gmelina arborea*, a los 9 años de la plantación (9,45).

Cultivo	Producción del agricultor campesino	Producción potencial promedio
maíz	2 ton/ha	8 ton/ha
yuca	10 ton/ha	50 ton/ha
ñames	15 ton/ha	40 ton/ha
madera	25 m ³ /ha	250 m ³ /ha

Nota: Las cifras dadas sobre producción del agricultor campesino, se refieren a suelos degradados por el uso excesivo. Las de producción potencial promedio presuponen buenas condiciones de suelo, mantenidas a través de una combinación adecuada de especies y prácticas agrosilviculturales convenientes.

El costo de aumentar la productividad de los sistemas combinados de uso y de extender la agrosilvicultura hacia regiones hasta ahora improductivas, parece pequeño comparado con el beneficio potencial que traería un buen incremento

y una producción más constante. Es necesario establecer los resultados y divulgar la información correcta, iniciar programas de demostración, y producir suficiente cantidad de árboles de buena calidad en los viveros.

El entrenamiento de los granjeros y extensionistas en el manejo, utilización y mercadeo de los productos forestales, debe seguir las etapas exitosas desarrolladas en el mejoramiento de las prácticas agrícolas. El objetivo es hacer el sistema más productivo, más efectivo en el uso de la mano de obra, y más resistente a malezas y plagas.

Propuestas generales sobre agrosilvicultura

El desarrollo rural es hoy día una de las actividades más apremiantes, y la agrosilvicultura puede contribuir a su solución mejorando la productividad de la tierra. Aunque tanto los países en desarrollo como los desarrollados están de acuerdo en que se requiere un conocimiento básico mucho más amplio dentro de este campo olvidado, los esfuerzos que se han hecho son dispersos y sin coordinación. SIDA (de Suecia) y la FAO están coordinando sus esfuerzos para la ejecución de un programa a cinco años llamado *Silvicultura para el Desarrollo de las Comunidades* (Forestry for Community Development) con el propósito de promover la producción de madera en bosques manejados por pequeñas comunidades para su propio beneficio. La ODM (de Gran Bretaña) ha sostenido desde hace tiempo que el manejo de los suelos tropicales debe ser responsabilidad conjunta de agrónomos y forestales.

En Canadá, la ACDI (Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional) se vinculó al CIID para organizar una reunión sobre resultados de la agrosilvicultura en Ibadán, Nigeria, en 1973, y el CIID ha continuado con un proyecto de investigación en Africa Occidental encaminado a determinar cómo hacer más productivo el barbecho de la agrosilvicultura. La ACDI considera la posibilidad de apoyar proyectos de entrenamiento y demostración en varios países. El CIID colabora en investigaciones sobre cultivos mixtos en Filipinas. Estas investigaciones incluyen pruebas de *Leucaena* en asocio con cultivos agrícolas. Otra fase del mismo proyecto estudia la tolerancia a la sombra del sorgo, el mijo, el tomate, y la caña de azúcar como anticipo a que algunos de estos cultivos pueden sembrarse intercalados con coco.

Indonesia, India, Filipinas, varios países latinoamericanos, y Nueva Zelanda llevan a cabo investigaciones sobre la interacción de la agricultura, la silvicultura y la ganadería. Instituciones de investigación de Holanda, Bélgica y Francia disponen de muchos conocimientos sobre sistemas combinados de agricultura utilizados en el pasado en los países tropicales. En China se han logrado resultados destacados en los últimos 25 años, y se sabe que en muchas otras partes del mundo existe información de gran importancia que aún no se ha recopilado.

El Director General de UNEP, el Director General Asociado del Departamento Forestal de la FAO, y algunos altos representantes de las naciones donantes y las instituciones de investigación ya han manifestado su interés y apoyo a un esfuerzo coordinado que desarrolle sistemas combinados de producción.

Conclusiones

La vida en los trópicos no es nada fácil. La lucha por la supervivencia de cada elemento es continua e intensa. Para asegurarle una buena vida a la siempre creciente población de estas áreas, hay que fundir las habilidades y experiencias del pasado con los hallazgos de la ciencia moderna.

Al logro de esta meta puede contribuir en gran medida la investigación sobre el manejo y utilización de los bosques naturales y artificiales, así como los estudios conducentes a la rehabilitación de las tierras tropicales degradadas. Pese a que se necesita urgentemente de la investigación intensiva en estas áreas-problema, éstas, en nuestra opinión, están mejor servidas por la investigación en curso que los problemas de incrementar la producción en tierras donde la combinación de árboles, cultivos agrícolas, y/o animales llevaría los resultados a niveles óptimos. Todavía más, es probable que los resultados, en términos de beneficio a la población local, sean más lentos en llegar.

Sin lugar a dudas, la agrosilvicultura puede mejorar enormemente la vida de las gentes en el mundo en desarrollo, y en poco tiempo. Pero, existen otros horizontes investigativos, escasamente mencionados aquí, que entrañan la promesa de ampliar, aun más, las contribuciones del árbol a la humanidad, aunque su plazo sea menos previsible y las probabilidades de éxito final sean menos seguras. Entre los más especulativos, pero potencialmente más gratificantes, se cuentan los esfuerzos para aumentar la eficiencia fotosintética del árbol, la fijación de nitrógeno y fósforo, la digestión microbial selectiva de celulosa y lignina en proteínas, y el cultivo de tejidos para la propagación de material de plantío.

Evidentemente, la agrosilvicultura no puede por sí sola resolver todos los problemas asociados con el manejo de la tierra en el mundo en desarrollo, ni la aplicación de las técnicas agroforestales, producir la optimización del uso de la tierra, pero los autores están seguros de que los forestales y los expertos agrícolas juntos pueden hacer una contribución importante en pos de estos objetivos. Un consejo internacional para la investigación en agrosilvicultura bien podría ser la clave que canalizara efectiva y resueltamente los recursos hacia este fin.

Referencias bibliográficas

No se ha pretendido compilar aquí una bibliografía completa sobre la materia o hacer un listado de todas las publicaciones consultadas por los autores.

Únicamente han sido incluidas las publicaciones a las cuales se hace referencia específica en el texto. La mayor parte de estas publicaciones suministran extensa bibliografía en sus respectivos campos de especialización.

1. Borlaug, N. 1976. Address to XVI IUFRO World Congress, Oslo, Norway.
2. Brewbaker, J.L., Plucknett, D.L., and González, V. 1972. Varietal variation and yield trials of *Leucaena leucocephala* (Koa Haole) in Hawaii. University of Hawaii, Research Bulletin 166.
3. Catinot, R., 1974. Revue bois et forets des tropiques. April, 1974.
4. Charreau, C., and Poulain, J.F. 1963. La fertilization des mils et sorghos. Revue d'Agronomie Tropicale.
5. Douglas, J.S., and de J. Hart, R.A. 1976. Forest farming. Watkins, London, England.
6. Drilon, J. 1976. Personal communication to J. Bene.
7. Earl, D.E., 1975. Forest energy and economic development. Clarendon Press, Oxford, England.
8. Eckholm, E.P., 1973. The other energy crisis: firewood. Worldwatch Paper, No. 1.
9. Enabor, E.E., and Adeyoju, S.K., 1975. An appraisal of departmental Taungya as practised in the south-eastern State of Nigeria. Federal Department of Forestry, Ibadan, Nigeria.
10. Erfurth, T. 1973. The marketing of tropical wood. Fao, Rome, Italy. FAO paper FO: MISC/73/5, Corr. 1.
11. FAO. 1967. FAO Committee on Forest Development in the Tropics. Report of First Session. FAO, Rome, Italy.
12. FAO. 1974. FAO Committee on Forest Development in the Tropics. Report of Third Session. FAO, Rome, Italy.
13. FAO. 1975. FAO review of the world forestry situation. Paper C75/20 for the 18th Session, FAO Conference, Rome, Italy.
14. FAO. 1976. FAO 1974 yearbook of forest products. FAO, Rome, Italy.
15. Fontaine, R.G. 1973. Les forets tropicales humides.
16. German Foundation for International Development. 1974. Final Report International workshop on the development of mountain environment, GFID, Munich, Germany.
17. Goldstein, I.S. 1975. Potential for converting wood into plastics. Science, 189, 4206.
18. Goor, A.Y., and Barney, C.W., 1968. Forest tree planting in arid zones. New York.
19. Grinnell, H.R., 1975. A study of agri-silviculture potential in West Africa. Report for IDRC, Ottawa, Canada.
20. Hall, N. 1972. The use of trees and shrubs in the dry country of Australia.
21. Hamza, M. 1975. Personal communication to J. Bene.
22. Hopcroft, D. 1970. East Africa: the advantages of farming game. Span, 13.1.
23. IUFRO. 1975. IUFRO ad hoc committee on tropical forestry research, preliminary report. IUFRO.

24. IYAMABO, D.E., 1975. Managing forest research in developing countries. Proceedings of the First Meeting of Subject Group S6.06, Management of Forest Research, IUFRO. Paris, France, Sept. 1975.
25. KEAYS, J.L., and Tomlinson, G.H., 1974. Trip to USSR. Dec. 1974. Canadian Forestry Service, Ottawa, Canada, (unpublished).
26. King, K.F.S., 1975. The forestry sector and economic international relationships. Wyerhauser Lecture, University of Toronto, Toronto, Canada.
27. Longman, K.A., and Jenik, J. 1974. Tropical forest and its environment. Tropical Forestry Series, Longman, London, England.
28. National Academy of Sciences. 1975. Underexploited tropical plants with promising economic value. Nas, Washington, D.C.
29. Nye, P. H., and Greenland, D.J., 1960. The soil under shifting cultivation. Commonwealth Bureau of Soils, Commonwealth Forestry Bureau, Farnham Royal England. Technical Communication 51).
30. Okigbo, B.N., 1974. Fitting research to farming systems. Proceedings of the Second International Seminar on Change in Agriculture, Reading, England.
31. Ontario Forestry Association. 1976. Poplar hybrid farming. Ontario Forests, Summer, 1976.
32. Ovington, J.D., 1976. Personal communication to J. Bene.
33. Palmer, J.R., 1975. Towards more reasonable objectives in tropical high forest management for timber production. Commonwealth Forestry Review. Sept.-Dic.
34. Poore, D. 1974. Ecological guidelines for development in tropical forest areas of South East Asia. IUCN, Morges, Switzerland. Occasional Paper No. 10.
35. Richards, P.W., 1973. The tropical rain forest. Scientific American. Dec., 1973.
36. Robbins, S.R.J., and Matthews, W.S.A., 1974. Minor forest products. Unasylva, 26. 196, Rome.
37. Roche, L., 1975. Personal communication to J. Bene.
38. Roche, L., 1976. Priorities for forestry research and development in the tropics. Report to IDRC, Ottawa, Canada.
39. Rousseau, L.Z., 1974. Tropical forest research-present status and future development. Summary Report for OECD.
40. Samper, A. 1976. Forestry research priorities in Latin America. Report to IDRC, Ottawa, Canada.
41. Savanna Forestry Research Station, Samaru. Research Paper. No. 8. Zaria, Nigeria.
42. Science Advisory Committee 1967. Report of the Scientific Advisory Committee for the President of the United States. 1967.
43. Scientific American. 1976. Energy plantations. March, 1976.
44. Sommer, A. 1976. Attempt at a global appraisal of the tropical moist forests. FAO, Rome, Italy.
45. Stenkivist, K. 1974. Employment opportunities in the tropical high forest created by the agri-silviculture system (Report on tour in Nigeria). FAO, Geneva, Switzerland.
46. Tosi, J.A., Jr. 1975. Some relationships of climate to economic development in the tropics. Proceedings of International Meeting held at Caracas, Venezuela, 20-22. February, 1974. IUCN, Morges, Switzerland.
47. Tropical Products Institute. 1975. Research needs and priorities in relation to certain agricultural commodities. TPI, London, England.
48. UNEP. 1975. Overviews in the priority subject area, land, water and desertification. UNEP, Kenya. UNEP/PROG/2.
49. UNESCO. 1974. Program on man and the biosphere (MAB). International Working Group on Project I. Final Report, No. 16, UNESCO.
50. University of Reading. 1975. Production of fungal protein from carob. University of Reading, Reading, England.
51. Wadsworth, F.H., 1972. Status of forestry research in Latin America. Seventh World Forestry Congress, Buenos Aires, Argentina. Paper 7CFM/C: V4G(E).
52. Westoby, J.C., 1975. Making trees serve people. Commonwealth Forestry Review. Sep.-Dec., 1975.
53. Wilcox, E.V. The algaroba in Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station, Press Bulletin 26.
54. Zelitch, I. 1975. Improving the efficiency of photosynthesis. Science. May. 9.



Edición española: Stella R. de Feferbaum
Producción: Jaime Rojas H.

Publicación del CIID;
Oficina Regional para América Latina y el Caribe
División de Comunicaciones
Edición de 1000 ejemplares
Impresa en Osprey Impresores & Cía. Ltda.
Bogotá, Colombia, marzo de 1979

